



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**“PROTOTIPO DE SEMBRADORA Y FERTILIZADORA MANUAL PARA
SEMILLA DE AJONJOLI”**

Para optar al título de Ingeniero Agrícola

Elaborado por

Br. María Gabriela Torres Medina

Br. José Rodolfo Valencia McRea

Tutor

Ing. Manuel de Jesús González Murillo

Managua, Febrero 2020

DEDICATORIA

Con profunda gratitud dedico este trabajo y esfuerzo realizado a “Dios” por darme la dicha de vivir y el haberme permitido triunfar una vez más en mis metas y objetivos.

De manera especial a mi Hermano: Noé Torres Bravo por brindarme su dedicación, sacrificio, apoyo moral y económico. Y sobre todo su comprensión que me permitió culminar con éxito mi profesión.

A mi madre querida por darme su amor, ternura, dedicación y sacrificio pudiendo alcanzar la meta que soñé.

Para mi familia y amigos que siempre me han estado motivando y quienes hicieron posibles que mis estudios llegasen a su culminación, por esta razón es grato ofrecerles este presente trabajo.

Br. María Gabriela Torres Medina

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme vida, fuerza y salud por brindarme las condiciones necesarias para poder prepararme profesionalmente y por haberme puesto personas en mi camino que me han brindado su apoyo y que no me han dejado solo en el transcurso de mi formación.

A mis Padres

Danilo José Valencia Sevilla e Imara Del S. McRea Quiroz por apoyarme incondicionalmente en cada momento de mi vida y estar siempre a mi lado. Y a mis hermanos por haberme apoyado de alguna u otra manera.

A mis Amigos

Por todo el apoyo y los momentos buenos y malos que pasamos juntos y por la dicha de conocer personas como ustedes lo que me permitió llegar a este momento de mi vida. Mi meta los quiero a todos.

Br. José Rodolfo Valencia McRea

Índice

Capítulo I - Generalidades	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Antecedentes	3
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
1.5 Localización del área de estudio	6
1.5.1 Macrolocalización	6
1.5.2 Microlocalización.....	7
1.6 Marco teórico	8
1.6.1 Cultivo de ajonjolí.....	8
1.6.2 Variedades de ajonjolí.....	8
1.6.3 Taxonomía y morfología.....	11
1.6.4 Morfología	11
1.6.4.1 Raíz	11
1.6.4.2 Tallo.....	11
1.6.4.3 Hoja	11
1.6.4.4 Flor	11
1.6.4.5 Fruto	12
1.6.4.6 Semilla.....	12
1.6.4.7 Siembra y fertilización.....	12
1.6.5 Fertilización.....	12
1.6.6 Plagas, enfermedades y su respectivo control.....	13
1.6.6.1 Manejo de plagas	13
1.6.6.2 Manejo fitosanitario.....	14
1.6.6.3 Manejo de malezas.....	15
1.6.6.4 Enfermedades del ajonjolí	16

Capítulo II - Visita técnica para análisis de siembra de ajonjolí productores Chinandega.....	19
2.1 Introducción.....	19
2.2 Generalidades del ajonjolí.....	20
2.3 Manejo agroecológico del ajonjolí.....	21
2.4 Selección y preparación del terreno.....	22
2.4.1 Preparación del terreno	22
2.4.2 Siembra	22
2.4.2.1 Cantidad de semilla por manzana	22
2.4.2.2 Sembradoras especializadas.....	22
2.4.2.3 Fertilización	22
2.5 Características de las plagas	23
2.5.1 La gallina ciega.....	23
2.5.2 Gusanos cortadores.....	24
2.5.3 Las hormigas	24
2.5.4 Los sompopos.....	24
2.6 Enfermedades en el ajonjolí.....	25
2.7 El ajonjolí en Nicaragua	26
2.8 Zonas de producción.....	27
2.9 Épocas de producción.....	27
2.9.1 La cosecha de primera	27
2.9.2 La postrera.....	28
2.9.3 La cosecha de apante.....	28
2.10 Selección del terreno para el establecimiento del ajonjolí.....	31
2.10.1 Nivelación o Grada-Banca	32
2.11 Recolección de datos para la obtención de una estimación poblacional	40
2.12 Intervalos de confianza para la media con varianza desconocida para no. de plantas por metro lineal.....	42
2.13 Intervalo de confianza para la media con varianza desconocida para l número de cápsulas halladas en las plantas tomadas por metro lineal	42
2.14 Intervalo de confianza para la media con varianza desconocida para la variación de las alturas de las plantas tomadas por metro lineal	43
2.15 Análisis de resultados del trabajo de campo	43
Capítulo III - Metodología de cálculo del estudio	46

3.1 Tipo de Investigación	46
3.2 Población	46
3.3 Muestra	46
3.4 Técnicas de recolección de información	46
3.5 Análisis de la información.....	47
Capítulo IV - Diseño de los elementos constructivos de la sembradora de ajonjolí	50
4.1 Las operaciones que realizan estas máquinas son:.....	51
4.2 Identificar las variables que intervienen en el proceso de sembrado analizando las cualidades del terreno	65
4.3 Buscar las ecuaciones que rigen los diseños de máquinas y componentes ...	66
4.4 Selección de la tolva	66
4.5 Selección y diseño de la herramienta de corte.....	69
4.5.1 Abre surcos fijo tipo zapata:.....	69
4.5.2 Tipo cincel:.....	70
4.5.3 Rastra de discos:	71
4.5.4 Abridores de surco rotativos de azadas en “L”:	71
4.6 Análisis de esfuerzo de la cuchilla diseño geométrico cuando penetra el suelo	79
4.7 Momento de inercia sección A-A.....	80
4.8 El sistema de sujeción de la cuchilla	81
4.9 Diseño de los pasadores:.....	81
4.10 Diseño del chasis	83
4.10.1 Platina seleccionada para el diseño del chasis.....	85
4.10.2 Cálculo del volumen de la estructura	85
4.10.3 Cálculo del peso de la estructura.....	86
4.10.4 Cálculo del análisis estático del chasis	87
4.11 Cálculo de la potencia y aceleración	91
4.12 Análisis de fuerza	91
4.13 Cálculo de la potencia	93
4.14 Cálculo de la potencia de diseño	93
4.15 Selección del sistema dosificador	96
Capítulo V - Conclusiones y Recomendaciones . ¡Error! Marcador no definido.	

5.1 Conclusiones.....	100
5.2 Recomendaciones	101
Bibliografía	102

ANEXOS

Índice de cuadros:

Cuadro 1 Nombres varios del ajonjolí	9
Cuadro 2 Taxonomía del ajonjolí	11
Cuadro 3 Principales plagas que afectan al cultivo del ajonjolí.....	13
Cuadro 4 Principales patógenos que afectan al ajonjolí	14
Cuadro 5 Patógenos reportados en ajonjolí en Nicaragua.....	17
Cuadro 6 Generación de Empleo del Ajonjolí En Miles.....	30
Cuadro 7 Registró de preparación de suelo Grada.....	32
Cuadro 8 Registró de preparación de suelo grada banca	33
Cuadro 9 Datos recopilados por metro lineal	40
Cuadro 10 Datos recopilados por metro lineal	40
Cuadro 11 Datos recopilados por metro lineal	40
Cuadro 12 Datos recopilados por metro lineal	41
Cuadro 13 Datos recopilados por metro lineal	41
Cuadro 14 Definiciones de los componentes	66
Cuadro 15 Fricción del suelo con el material respecto al tipo de suelo.....	79
Cuadro 16 Desarrollo del presupuesto.....	98
Cuadro 17 Propiedades del material chasis.....	III
Cuadro 18 Propiedades del material del eje	III
Cuadro 19 Propiedades del material para la herramienta de corte	IV
Cuadro 20 Propiedades del material para la tolva	IV

Índice de figuras:

Figura 1 Macro localización del área de estudio	6
Figura 2 Micro localización del área de estudio	7
Figura 3 Mapa de zonas de producción de ajonjolí en Nicaragua.....	10
Figura 4 Nicaragua-Concentración de los productores de aljonjolí por departamento	27
Figura 5 Participación del Ajonjolí en el PIB y el PIBA.....	29
Figura 6 Intervalo de confianza para la media con varianza desconocida	42
Figura 7 Representación de siembra a voleo.....	50
Figura 8 Siembra en línea o a chorrillo	51
Figura 9 Siembra a golpeo	53
Figura 10 Sembradora monograno	53

Figura 11 Bastidor de sembradora tipo subsolador.....	54
Figura 12 Tolva	55
Figura 13 Dosificador tipo cuchara.....	56
Figura 14 Dosificador de cilindros acanalados.....	57
Figura 15 Dosificador de cilindros dentados	57
Figura 16 Dosificador centrífugo	58
Figura 17 Dosificador neumático.....	59
Figura 18 Dosificador mecánico de alta precisión.....	59
Figura 19 Sistema de dosificación neumático de alta precisión	60
Figura 20 Dosificador por cinta	61
Figura 21 Tubos de caída de grano	62
Figura 22 Bastidor con elementos de fijación.....	62
Figura 23 Abre surcos tipo reja	63
Figura 24 Abre surcos tipo bota	63
Figura 25 Disco de arado y componentes de un sistema de arado	64
Figura 26 Doble disco de arado	64
Figura 27 Tolva diseñada de la sembradora	67
Figura 28 Geometría de la tolva.....	68
Figura 29 Abre surcos tipo zapata	70
Figura 30 Abre surcos tipo cincel	70
Figura 31 Abre surcos rastra de discos.....	71
Figura 32 Abre surcos rotativos de azadas rectas	72
Figura 33 Canillas para subsolador, recta curva y a 110°	72
Figura 34 Diseño geométrico de la cuchilla abridora de surco.....	73
Figura 35 Perfil de la cuchilla de corte	74
Figura 36 Momento flector y diseño geométrico	79
Figura 37 Sección A-A	80
Figura 38 Diseño de pasador	82
Figura 39 De pasador opción .2	82
Figura 40 Perfil tubular	83
Figura 41 Platina de acero	84
Figura 42 Perfiles en U L I.	84
Figura 43 Perfil de platina	85
Figura 44 Chasis perfil lateral.....	85
Figura 45 Vista lateral del chasis analizado como una viga	87
Figura 46 Resultados de las reacciones de la viga	88
Figura 47 Diagrama de momentos y cortantes aplicando el método de la suma ..	89
Figura 48 Sección geométrica del chasis.....	90
Figura 49 Diagrama de cuerpo libre de la sembradora	91
Figura 50 Cadena tapadora de surco.....	94
Figura 51 Diseño de la ruedas motrices delantera de la máquina	95
Figura 52 Manubrio	95
Figura 53 Sistema distribuidor de semilla por placa.....	96

Figura 54 Sistema distribuidor de semilla por placa.....	97
Figura 55 Cálculo de uniones soldadas 1	VI
Figura 56 Cálculo de uniones soldadas 2	VII

CAPÍTULO I. GENERALIDADES

Capítulo I - Generalidades

1.1 Introducción

La agricultura es una de las prácticas más antiguas conocidas por la humanidad. A lo largo de los años se ha venido mejorando los métodos de preparación del suelo, la siembra de la semilla, su cuidado e incluso se ha mejorado las cualidades y propiedades de ciertas especies de cultivos.

En la actualidad la agricultura es una actividad de gran importancia estratégica como base fundamental para el desarrollo autosuficiente y riqueza de una nación; y en esta actividad la utilización de la maquinaria es de suma importancia para poder producir más y mejor. De ello viene la importancia de utilizar bien la maquinaria.

La maquinaria en sus múltiples formas le ha servido al ser humano desde los inicios de la humanidad, cuando empleó las primeras herramientas para romper las nueces mediante simples piedras que posteriormente afiló logrando una mayor eficiencia, pasando posteriormente a una época sedentaria en la cual utilizó rústicas herramientas pero con una gran efectividad para la época y para sus incipientes cultivos.

Como parte de la estrategia del desarrollo del país, la incorporación de maquinaria a las labores agrícolas debe obedecer a un perfecto conocimiento de las verdaderas necesidades tecnológicas que requieren cada uno de los diferentes tipos de agricultores, como del sistema o sistemas de producción que emplea, para que la selección y operación de las máquinas, equipos y herramientas sea la más adecuada, permitiendo la realización de las labores en los plazos y tiempos estipulados, obteniendo de esta manera los máximos rendimientos económicos.

Por ejemplo La sembradora mecánica en líneas se emplea para enterrar, en surcos paralelos, todo tipo de semillas de cereales de otoño e invierno, es decir, trigo, ajonjolí, cebada, soja, alfalfa, etc.

Este tipo de sembradora distribuye la semilla de forma mecánica.

Está formada por un bastidor portante dotado con una tolva en la cual se almacenan las semillas que se han de esparcir, un distribuidor de semillas con elementos que llevan la semilla al suelo y abre zanjass con dispositivos cubre semillas, que abren pequeñas zanjass en el suelo dentro de las cuales se dejan caer las semillas.

La sembradora mecánica en la versión combinada fabricada por Breviglieri se acopla al tractor y trabaja gracias a la acción de las ruedas de transmisión de tipo mecánico: está conectada mediante un enganche rápido a gradass rotativas o un cultivador-rotativo. La combinación de preparación del suelo y siembra permite efectuar dos operaciones en una con lo cual se disminuye considerablemente el consumo de carburante y el tiempo de trabajo del operador y se evita la excesiva compactación del suelo al reducir el número de pasadas del tractor.

Por tanto la mecanización agrícola incluye la incorporación de todos aquellos aparatos que se utilizan para el aprovechamiento de las tierras agrícolas, desde las fases de adecuación de los terrenos, siembra, producción, cosecha, pos cosecha y transformación de las materias primass, permitiendo en muchos casos la incorporación de nuevas tierras a la producción de alimentos, como la obtención de más de una cosecha al año, lo que ha influenciado enormemente en los cambios socioeconómicos de las regiones, ya que en muchas casos estos adelantos tecnológicos solo han podido ser utilizados e implementados por los agricultores de alto nivel socioeducativo y económico ahondando mucha más la brecha de la desigualdad.

En la actualidad estamos realizando el diseño de un prototipo de una sembradora de ajonjolí de bajo costo con su respectiva validación enfocada para pequeñas productores. El proceso investigativo se llevó a cabo en la Finca Agrícola Experimental (FAE-UNI), ubicado en el municipio de Tisma, departamento de Masaya a una altura de 60 msnm.

1.2 Antecedentes

En lo que respecta a diseño de equipos agrícola en los cuales están los de pequeña escala las empresas que más tiempo tiene de estar trabajando en esa área de diseños son : Sabina de Ingeniería S.A. (Sabina) es una empresa con más de 30 años, que diseña, fabrica y realiza el montaje de equipos y proyectos agroindustriales llave en mano. Son fabricantes de nuestras de sus propias marcas y son representantes exclusivos de marcas líderes del mercado agroindustrial, abordando todos los procesos industriales, agrícolas y agropecuarios ellos construyen equipos agrícolas de pequeña escala.

En el 2008 se desarrolló en los talleres mecánica de la UNI la mejora de innovación de un equipo manual denominado sembradora manual llamada matraca, rediseñada por el master Ing. William Urbina experto en diseño investigador e innovador de la UNI, como una colaboración de la nuestra institución con el INTA, bajo convenio de colaboración.

1.3 Justificación

Con el propósito de contribuir a la solución de los problemas de la agricultura, Como la aplicación de fertilizantes, Se hace necesario en la búsqueda de una máquina que ofrezca y garantice el aprovechamiento de este.

Es por eso el diseño de la máquina cultivadora/Fertilizadora Accionada de manera manual.

Con el diseño de esta máquina será beneficiado el pequeño productor que es el que lleva acabo el trabajo, Como es el caso de muchos productores que cuentan con suficientes recursos para costear maquinaria agrícola, Lo cual esto brindara servicios de maquinaria agrícola de bajo costo a productores; En este caso en particular poder facilitar la cultivadora/ Fertilizadora, Y por consiguiente también será beneficiado los productores que necesitan este tipo de Servicios por parte del centro.

De esa forma poder ayudar a los problemas del agro nicaragüense, En la producción agrícola (Ya sea de granos básicos, Productos tradicionales o no tradicionales), Beneficiando a productores para que sus productos sean de mayor calidad, Cantidad y competitividad en el mercado nacional e internacional.

El beneficio que ofrece este implemento es la comodidad de trabajo para el productor, durante la siembra, y un ahorro de semilla, por cuanto se emplea la densidad recomendada. De acuerdo a las investigaciones, se hicieron las regulaciones para la caída de las semillas. Esta máquina trabaja por golpeteo en forma vertical a través de un eje con ranura. No lleva correa, Cadena ni transmisión.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Realizar el diseño general de una máquina sembradora/ fertilizadora, manual para la semilla de ajonjolí de bajo presupuesto y para fines académicos.

1.4.2 Objetivos específicos

- Aplicar conocimientos de maquinaria agrícola en el diseño de la Sembradora/ Fertilizadora para el cultivo de ajonjolí.
- Diseñar el mecanismo distribución de entrega de semilla y fertilizante y bastidor del equipo.
- Validación de funcionamiento del prototipo en la Finca agrícola experimental.
- Planos generales y vistas principal de la máquina.
- Presupuesto general del prototipo.

1.5 Localización del área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en el Finca Agrícola Experimental de la Universidad Nacional de Ingeniería (CEA-UNI), ubicado en la comunidad “Santa Clara” de la comarca “Las Cortezas”, en el municipio de “Tisma”, departamento de Masaya; el cual se localiza entre las coordenadas geográficas: 86° 8' y 86° 1' longitud oeste; 13° 7' y 13° 29' latitud norte, a una altura entre 40 y 60 msnm; limita al Norte con la comarca “Los Veinticuatro”, al Sur con la comunidad “La bolsa”, al Este con la comarca “San Guillermo” y al Oeste con la comunidad “Las Cortezas”, tiene una extensión de 48 Mz aproximadamente.

El ensayo se realizó en el periodo comprendido entre 06 de Marzo – 30 de Agosto del año 2019.

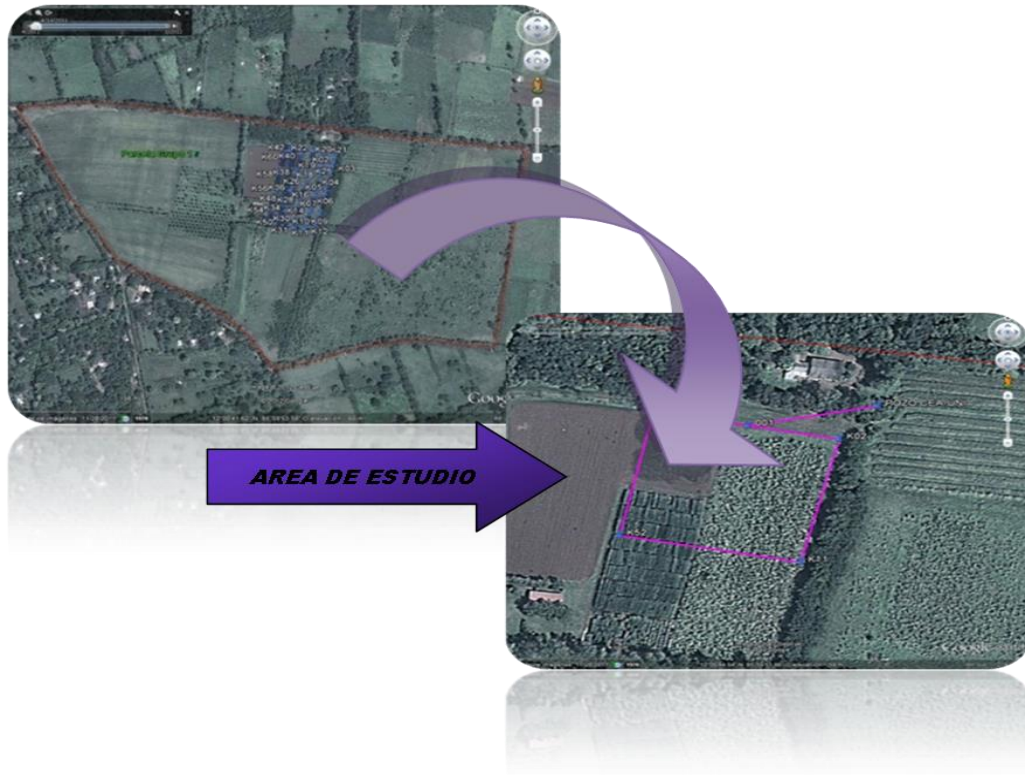
1.5.1 Macrolocalización

Figura 1 Macro localización del área de estudio



1.5.2 Microlocalización

Figura 2 Micro localización del área de estudio



1.6 Marco teórico

1.6.1 Cultivo de ajonjolí

El Ajonjolí, originario posiblemente de India, pasó al Medio Oriente hace unos 4 mil años, luego al centro de Asia. Después del descubrimiento de América por los españoles paso a México de donde se extendió al resto de Latino América. Es una planta herbácea, anual que mide desde 0.60 hasta 3.0 de altura, las variedades comerciales alcanzan 1.20 – 1.80mts Existen cultivos monopólicos y polipodios; los monopólicos o de chirrion tiene un eje, son genéticamente recesivos y la maduración ocurre de manera uniforme; los polipodios o ramificados tienen 2-4 ramas fructíferas y la maduración de manera progresiva y ascendente. La raíz principal es pivotante y ramificada, alcanza 60-90 cm de profundidad y se extiende hasta 50 cm del pie de la planta. En los de ciclo precoz el sistema 4 radicular es profundo con pocas raíces secundarias y en los de ciclos intermedios y tardío es menos profundo más amplio y desarrollado.

1.6.2 Variedades de ajonjolí

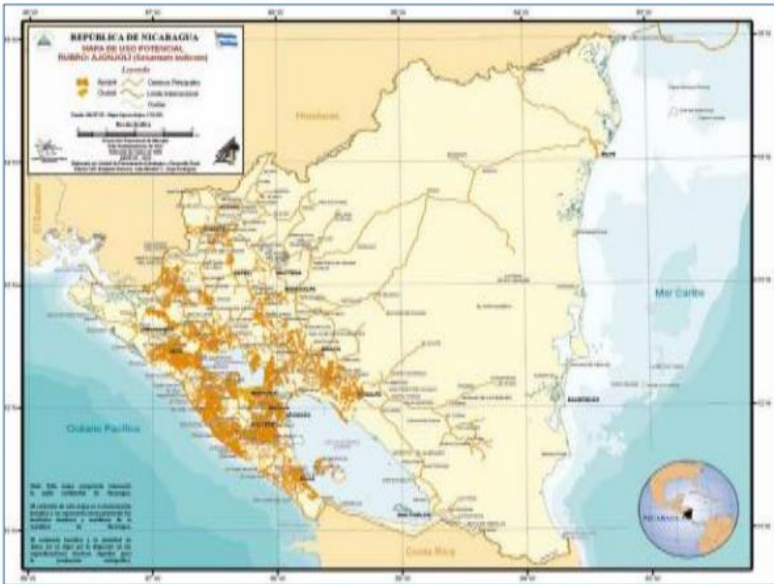
Las variedades de ciclo precoz florecen al mes, y las de ciclo intermedio y tardío a las 6-8 semanas de sembradas. Las flores duran un día, se abren en la mañana y la corola se desprende sin marchitarse en la tarde. La estructura de la semilla de ajonjolí es rica me meionita (un aminoácido esencial para el organismo), la grasa que contienen son buenas es decir son grasa insaturada, lo que junto a contenido en lecitina (componente importante que se encuentra en la estructura de las membrana celulares) convierten la semilla de ajonjolí en un alimento que contribuyen a reducir los niveles de colesterol sanguíneo.

Hay diferentes variedades de ajonjolí, se pueden dividir por su color y su precocidad, las más comunes son de color blanco y Negro o tostado. Las primeras se caracterizan por su buen desarrollo y por ser exigente en nutrientes del suelo, por tanto reciben mejor precio y se usan para la panificación y reposterías. La segunda variedad corresponde a las semillas mezcladas (coloraciones) entre Amarillo a marrón oscuro, la planta es más pequeña con menores rendimientos, y se desarrolla en suelos pobres en nutrientes, es más rústica que la Blanca y se usa para la producción de aceites y harinas.

Cuadro 1 Nombres varios del ajonjolí

Nombres varios del ajonjolí:		Estonia	Harilik seesam	Maratí	Tila, Ashadital, Bariktil
Científico	Sesamum indicum	Finlandés	Seesami	Oriya	Rashi
farmacéutico	Semen Sesami	Francés	Sésame, Teel, Till	Portugués	Gergelim
Árabe	Sasim, Zelzlane	Alemán	Sesam, Vanglo	Punjabi	Til
Armenio	Sousma	Griego	Sousámi	Sanskrit	Tila
Assami	Tisi	Gujrati	Mittho-tel	Español	Ajonjolí, Sésamo
Bengalí	Til	Hindú	Gingli	Swahili	Ufuta
Chino	Zi ma zi, Moa	Islándico	Sesamfræ	Sueco	Sesam
Danés	Sesamzaad	Indonés	Wijen	Tamil	Ellu
Inglés	Sesame, Benne, Gingilly, Teel, Til	Italiano	Sesamo	Telugu	Nuvvulu
		Japonés	Goma, Koba	Tai	Dee la
Esperanto	Sezamo	Kannada	Yallu	Turco	Susam
		Malasia	Bijan	Urdú	Til
		Malayalam	Chitelu	Vietnamita	Vung

Figura 3 Mapa de zonas de producción de ajonjolí en Nicaragua



Fuente: MAGFOR.

El Ajonjolí se produce en toda la zona del pacifico principalmente Chinandega, (en los municipio de villa nueva, somotillo y el viejo). León (La reynaga, el sauce), Rivas (isla de Ometepe y tola).El 17% restantes de las área sembrada se concentra en los departamento de Estelí, Masaya, Granada, Carazo y Managua (Mateare y San Rafael del sur). Producto de m escala Carazo, Estelí, Masaya, Granada y Rivas.

1.6.3 Taxonomía y morfología

Cuadro 2 Taxonomía del ajonjolí

Taxonomía	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Lamiales
Familia:	Pedaliaceae
Género:	<i>Sesamum</i>
Especie:	<i>Sesamum indicum</i> L.

1.6.4 Morfología

1.6.4.1 Raíz

El sistema radicular es muy ramificado, fibroso y profundo. Está formado por una raíz principal pivotante muy ramificada, pero generalmente superficial.

1.6.4.2 Tallo

Según la variedad, puede ser simple o ramificado, liso o pubescente, con glándulas que secretan una sustancia viscosa. Es cuadrangular, de consistencia fibrosa y puede alcanzar una altura de 1 a 2 m.

1.6.4.3 Hoja

Tiene forma lanceolada o acorazonada, la hoja se encuentra unida al tallo por una parte que se denomina pecíolo, la cual es de longitud variable, de color verde, pero en algunas variedades las hojas expuestas al sol toman una coloración parda rojiza.

1.6.4.4 Flor

Las flores nacen en las axilas de las hojas en un número de una a tres y se encuentran varios cientos de ellas por planta. Son de color blanco o ligeramente morado de forma acampanada, pudiendo medir de dos a cuatro centímetros de longitud.

1.6.4.5 Fruto

Tiene forma de cápsula, presentando en su interior cuatro celdas, dentro de las cuales se encuentran las semillas. La longitud de la cápsula puede alcanzar hasta ocho centímetros y su grosor máximo es de un centímetro. El fruto tiene la particularidad de que cuándo está maduro, la cápsula se abre espontáneamente (fruto dehiscente).

1.6.4.6 Semilla

Es muy pequeña, de dos a cuatro milímetros de longitud y hasta dos milímetros de ancho. La semilla es achatada, su color varía entre el de blanco, cremoso y negro, dependiendo de la variedad. El peso de mil semillas varía de dos a tres gramos y un litro de semillas pesa de 600 a 650 gramos. Aproximadamente la mitad del peso de la semilla está constituida por aceite y el resto está compuesto por proteínas en un 37%, hidratos de carbono en un 8% y minerales en un 2%.

1.6.4.7 Siembra y fertilización

Puede realizar a mano, con bueyes o maquinaria, garantizando la profundidad de siembra de la semilla de 0.25 a 0.5 pulgada.

En algunos lugares se siembra de humedad, solo que aquí la semilla se debe depositar al fondo del surco para obtener una germinación.

Cantidad de semilla por manzana:

- De 4 y 7 libras en invierno.
- Des 7-10 libras de humedad.

1.6.5 Fertilización

El ajonjolí, es un cultivo que necesita fundamentalmente Nitrógeno (N) y Fósforo (P) el Potasio (K) casi no es necesario. Lo indicado para realizar las aplicaciones de fertilizantes necesarias para el cultivo es a través de los análisis físicos y químicos del suelo. De manera general, se recomiendan 2 quintales de la fórmula (18-46-0) o bien

(15-20-0) al momento de la siembra y 3 quintales de Urea en dos momentos, 1.5qq a los 15-20 días después de la siembra o bien después del raleo y antes del aporco 1.5qq a los 30-35 días después de la siembra antes del inicio de floración.

1.6.6 Plagas, enfermedades y su respectivo control

1.6.6.1 Manejo de plagas

Aquí presentamos las principales plagas que afectan al cultivo del ajonjolí y las medidas de manejo.

Cuadro 3 Principales plagas que afectan al cultivo del ajonjolí

Plagas	Medidas de manejo
<i>Agrotis ssp.</i> (Gusano de tierra)	Control temprano de maleza antes de la siembra. Trampas de luz contra polilla; preparado de tabaco, derris, neem, piretro.
<i>Bemisia tabaci</i> (Mosca blanca)	Extremo polífago. Vector para <i>Leaf Curl-Nicotiana 10 Virus</i> . Se encuentra principalmente durante el tiempo de sequía. Preparados de fumigación de: ajo, piretro, sabadilla (<i>Schoenocaulon officinale</i>); tabaco.
<i>Diabrotica ssp.</i>	Preparación intensiva del terreno para eliminar pupas; preparados para fumigar de: <i>Mammea americana</i> ; ajo + cebolla + chile; extracto de tártago; neem.
<i>Estigmene acrea</i>	Uso de Baculovirus.
<i>Heliothis ssp.</i>	Causa infección secundaria. Trampas de luz antes de postura. Preparados de fumigación de: <i>Derris elliptica</i> ; ajo; neem; Piretro; <i>Ryania speciosa</i> .
<i>Myzus persicae</i>	Pulgón, vector para virus. Extracto alcohólico de <i>Melia azedarach</i> .
<i>Nezara viridula</i>	Mayor infección de semillas con hongos. Aplicación de <i>Beauveria bassiana</i> . Aceite de neem. Preparado para fumigar de 70ml kerosene, 110gr jabón y 7,5lt de agua caliente. Piretro + Aceite de ajonjolí + derris/tephrosia/tabaco.
<i>Phillophaga ssp.</i>	Extracto alcohólico de semillas de anonáceas contra gusanos del suelo. Recolección, trampas de luz contra imagos.
<i>Spodoptera ssp.</i> <i>S. exigua</i> <i>S. sunia</i> <i>S. frugiperda</i>	Preparación del suelo semanas antes de la siembra para eliminar huevos y plantas hospederas de larvas, al mismo tiempo soltar gallinas para que busquen larvas. Aplicación de <i>Trichogramma ssp.</i> , <i>Bacillus thuringensis</i> y VPN Virus. Trampas de luz contra polillas; repelente de gusano: ramas de <i>Murraya paniculata</i> . Aplicación de Baculovirus. Preparados de neem, piretro, tabaco. Observación minuciosa y actuación rápida son determinantes.
Ratas	Arbusto de limón (<i>Aloysia triphylla</i>) provoca presión alta letal en los roedores.

Fuente: Augstburger, F; et al. 2000

1.6.6.2 Manejo fitosanitario

Lugares con condiciones húmedas propician el desarrollo de enfermedades fungosas y bacterianas. Para prevenirlas se deben elegir suelos con buen drenaje, nivelados, sueltos y profundos para evitar condiciones de anegamiento. A continuación se presentan los principales patógenos que afectan al ajonjolí (Augstburger, F; et al. 2000).

Cuadro 4 Principales patógenos que afectan al ajonjolí

Patógenos Fungosos	Medidas de Control
<i>Phytophthora Blight</i>	Rotación de cultivos, variedades resistentes, semillas sanas, aplicación de caldo bordelés (3:3:50) 3 por 7 días contra infecciones secundarias y propagación.
<i>Macrophomina phaseolina</i> y <i>Rhizoctonia bataticola</i>	Contagio por semillas y suelo. Abono verde y estimulación de antagonistas (compost maduro), Uso de variedades resistentes o menos susceptibles (ej. variedades con cáscara moradas)
<i>Fusarium oxysporum</i>	Contagio por semillas y suelo. Variedades que no revientan son menos susceptibles. Infección fuerte del suelo, sembrar a intervalos de 5 años.
<i>Alternaria sp.</i>	Contagio por semillas, recurrir a variedades resistentes. Variedades totalmente velludas parecen ser más resistentes. Caldo bordelés (0,1%).
<i>Cercospora sesami</i>	Contagio por semillas y rastrojos. Quema de rastrojos. Tratamiento con agua caliente (53 °C) por 30 minutos. Uso de variedades resistentes.
Patógenos Bacterianos	Medidas de Control
<i>Pseudomonas syringae pv. Sesami</i>	Tratamiento con agua caliente (52 °C) por 10 minutos. Durante 11 meses es posible el contagio mediante semillas. Variedades resistentes. Cultivo en periodos de menor humedad ambiental y precipitaciones.
<i>Xanthomonas campestris pv.sesami</i>	Tratamiento con agua caliente (52 °C) por 10 minutos. Identificación de resistencia mediante infección de gérmenes. Transmisión a través de suelo (4-6 meses), mediante semillas (16 meses). Infección mediante maleza <i>Acanthospermum hispidum</i> . Cultivo en periodos de menor humedad ambiental y precipitaciones.
Virosis	Medidas de Control
<i>Nicotiana 10 virus</i>	Variedades resistentes. Existen muchas plantas hospederas ej. tabaco, tomate, papaya; transmitida por mosca blanca <i>Bemisia tabaci</i> .
<i>Phyllody "Mycoplasma-like-organism" (MLO)</i>	Siembra cuando hay pocos vectores, Salta hojas (Homoptera) <i>Orosius albicinctus</i> . Variedades resistentes que florecen dentro de 40-50 días.

Fuente: Augstburger, F; et al. 2000

1.6.6.3 Manejo de malezas

La planta joven del ajonjolí se desarrolla lentamente durante los primeros 25 días por tanto es susceptible a las malezas. Cuando esta alcanza un tamaño de 10 cm de altura, inicia un crecimiento acelerado por lo que de manera natural disminuye la competencia con la maleza. Por esta razón debe mantenerse la parcela limpia de maleza durante los primeros 20 - 25 días después de la emergencia.

Pre siembra. Para controlar la mayoría de las malezas, antes de la siembra, se deja que se desarrollen durante 8 - 10 días. Posteriormente se trabaja en forma muy superficial los 2 - 3 cm superiores del terreno, por ejemplo con un rastrillo liviano. Así se evitará que nuevas semillas de malezas de las capas más profundas lleguen a la superficie donde germinan rápidamente. Esta labor superficial puede realizarse 1 - 3 veces antes de la siembra. Labores profundos en la preparación del suelo combinado con el lento desarrollo inicial del ajonjolí implican un alto riesgo de erosión hasta que el cultivo haya cerrado por completo el espacio. Otras medidas que se pueden tomar son:

- Incorporación a tiempo las malezas y los residuos del pre-cultivo.
- Uso de variedades de rápido crecimiento.
- Selección de distancias de siembra que permitan que el cultivo cierre rápidamente y pueda así competir a las malezas.
- Incorporación de cultivos de sombra y coberturas (abono verde) dentro de la rotación.

Bajo siembra. Para suprimir malezas al inicio del cultivo, se siembran coberturas leguminosas dentro de los surcos de ajonjolí ej. Maní, Canavalia ensiformis.

Después de la siembra. Suelen ser efectivos deshierbes muy superficiales para no maltratar las raíces adventicias del cultivo.

El control manual de la mala hierba se puede reducir (azadón, machete, arrancar) mediante la minuciosa preparación del suelo. Posiblemente se pueden reducir las

limpiezas a una sola al iniciarse la floración, eso fuese el caso ideal. Las malezas más comunes en Centro América son:

Cyperus rotundus, *Corchorus aestuans* e *Ipomoea* ssp.

El deshierbe mecanizado es favorecido por la siembra en surcos (al igual que el trabajo manual). El primer control de malezas se realiza a los 15 días de la siembra conjuntamente con el raleo, pasando otros 15 días más se realiza el segundo control. Dentro del surco se requiere el trabajo manual (Augstburger, F; et al. 2000).

1.6.6.4 Enfermedades del ajonjolí

Los patógenos:

Los patógenos se encuentran en varias fuentes como:

- Semillas: El patógeno puede ir sobre o dentro de las semillas. Una semilla contaminada producirá una planta enferma.
- Malezas: Las malezas que se encuentran alrededor o dentro del campo del cultivo, al ser hospederas del patógeno, pueden servir de fuentes del inoculo para el cultivo.
- Insectos: Algunos patógenos son capaces de sobrevivir dentro o sobre el cuerpo del insecto vector.
- Rastrojos: La calidad de los patógenos varía dependiendo de la posición de los rastrojos en el suelo. Si los rastrojos son dejados sobre la superficie del suelo los patógenos tienen mayor tiempo para sobrevivir. En rastrojos enterrados, se acelera la descomposición de los residuos dejando sin alimento a los patógenos.
- Suelo: La concentración del patógeno ocurre alrededor de las raíces de las plantas en crecimiento. Esto es más común en asociación con los residuos de la cosecha.

Cuadro 5 Patógenos reportados en ajonjolí en Nicaragua

Patógenos	Parte dañada	Edad de la planta
Macrophomina phaseoli	Raíz, base del tallo y tallo	Plántulas
Fusarium sp	Raíz, base del tallo y tallo	Plántulas
Sclerotium rolfsii	Raíz y base del tallo	15 DDG hasta el final
Phytophthora sp	Raíz, tallo, hojas Ramas y capsulas.	35DDG hasta el final
Xanthomonas Campestris pv. Sesami	Tallo, hojas, vainas Nervaduras, peciolo y cápsulas	15DDG hasta el final
Cercospora sesami	Hojas y cápsulas	15DDG hasta el final
Alternaria sp	Hojas, tallos y cápsulas	15DDG hasta el final

Fuente Lehman Zangiger, 1,991.

CAPÍTULO II

VISITA TECNICA PARA ANALISIS DE SIEMBRA DE

AJONJOLI PRODUCTORES CHINANDEGA

Capítulo II - Visita técnica para análisis de siembra de ajonjolí productores Chinandega

2.1 Introducción

La historia del ajonjolí en Nicaragua se remonta a los años 50, y ha estado centrada en los pequeños y medianos productores, con una tecnología muy tradicional en el cultivo.

Frente a la importancia social, el ajonjolí proporciona diversos beneficios a la salud del consumidor, ya que debido a sus abundantes fuentes de nutrientes y alto contenido de proteínas esenciales favorecen aspectos como la salud cardiovascular debido a los ácidos grasos esenciales de omega 3 y omega 6; así mismo esta semilla posee vitaminas E, B1, B3, B6, ácido fólico y minerales como el potasio, magnesio. Zinc, fosforo, calcio, y antioxidantes que ayudan a detener la acción de los radicales libres que causan el envejecimiento prematuro de las células.

Otra de las ventajas que proporciona la producción del ajonjolí se halla el que esta es una semilla que involucra un bajo costo en cuanto a todo el proceso que involucra, hasta la cosecha y venta, tomando en consideración las acciones que efectúa el agricultor promedio. De esta pueden derivar una gran cantidad de productos de consumo tales como el aceite de ajonjolí, dulces como crocantes, bebidas como la horchata de ajonjolí, entre otros.

En Nicaragua la mayor parte de la producción de ajonjolí va destinada a la exportación. Los principales países a los que va destinado este rubro (crudo) son Japón, Guatemala, Estados Unidos y México; esta acción cumple con estándares de calidad muy exigentes. El consumo nacional del ajonjolí es menos frecuente, y para lograrlo se requiere de educar a los consumidores, y hacerlos preferir una barra de ajonjolí antes que un snack chatarra.

La importación del ajonjolí se complica también debido al alto contenido de inversión que requiere involucrarse con él luego de la cosecha, puesto que los procesos que conllevan el convertirlo en aceite o en un snack comestible son sinónimo del empleo de máquinas especializadas, que son a su vez, de alto costo para adquirir y conservar.

En la investigación se pretende exponer los conocimientos puestos en práctica mediante el proceso de cultivo de ajonjolí, basándose en el corto periodo de desarrollo que este posee, dando a conocer todas las adversidades que el proceso de cultivo incluyó, los resultados obtenidos y los esperados a inicio del cultivo.

2.2 Generalidades del ajonjolí

El ajonjolí es una planta cuya especie botánica es de la familia *Sesamum Indicum*, su cultivo es anual, el ciclo puede variar entre 90–130 días dependiendo de la variedad y las condiciones ecológicas. La producción promedio es entre 12- 14qq por manzana. Se caracteriza por ser una planta herbácea que soporta temperaturas que fluctúan entre 20° y 35° C, requiere de precipitaciones pluviales entre 400 y 900 mm. Sus hojas son verdes y flores blancas o rosas, su tronco es erguido produce cápsulas con numerosas semillas lisas. Es un cultivo poco exigente de nutrientes, se desarrolla en una gran variedad de suelos, pero los más aptos son de texturas ligeras: franco, franco arenoso y franco arcilloso; su pH es de 5.5-7. Se adapta al clima con altitud entre 0-600mts sobre el nivel del mar.

Las semillas de mayor calidad son procedentes de Centroamérica, principalmente de Guatemala. Hay diferentes variedades de ajonjolí, se pueden dividir por su color y su precocidad. Las más comunes son de color blanco y negro o tostado. Las primeras se caracterizan por su buen desarrollo y por ser exigente en nutrientes del suelo, por tanto, reciben mejor precio y se usan para la panificación y reposterías. La segunda variedad corresponde a las semillas mezcladas (coloraciones) entre amarillo a marrón oscuro (la más cultivada en México), la planta es más pequeña con menores rendimientos, y se desarrolla en suelos pobres en nutrientes, es más rústica que la blanca y se usa para la producción de aceites y harinas.

La semilla de ajonjolí, dentro de las principales semillas oleaginosas a nivel mundial, no representa un peso importante como la soya, el girasol y el algodón, pero no significa que su producción sea innecesaria. El ajonjolí posee un alto valor nutritivo y su aceite es de mejor calidad que del resto de oleaginosas, por eso es más demandado en procesos que requieren de mayor duración del producto preparado con aceite. Por tal motivo, no es de fácil acceso para los hogares, debido a su alto nivel de calidad que se traduce en un mayor precio con relación al resto de aceites.

2.3 Manejo agroecológico del ajonjolí

El ajonjolí se cultiva en trópico y subtrópico. La planta desarrolla bien en latitudes de 40° N y 30° S. Zonas desde el nivel del mar hasta los 500 msnm son aptas para el cultivo. Arriba de esta altura disminuye el rendimiento y la calidad del aceite. Prefiere humedades relativas entre 40 y 75%, por eso se siembra en todos los países de Centroamérica, principalmente en el litoral del Pacífico.

El ajonjolí es sensible al fotoperíodo. Le favorecen temperaturas de 15 a 40°C, siendo la óptima 27.5°C. Responde bien a precipitaciones de 300 a 600 mm distribuidas en su ciclo de cultivo.

El ajonjolí es tolerante a la sequía y puede sembrarse en zonas áridas o semiáridas. Una vez establecido, el cultivo soporta temporadas secas. Las lluvias intensas y la alta humedad ambiental provocan poca floración, bajos rendimientos y favorecen enfermedades. Las lluvias durante el emparvado producen pudrición y manchado del grano.

Es susceptible a los vientos fuertes, debido a que tiene tallos frágiles. Cuando la planta está completamente desarrollada, es susceptible al acame. Se debe evitar sembrar ajonjolí en lugares donde soplen vientos fuertes y que no tienen cortinas rompe viento.

2.4 Selección y preparación del terreno

2.4.1 Preparación del terreno

1. Maquinaria Agrícola: Un pase de arado y dos pases de grada a una profundidad de 10-12 pulgadas. (25-30cms)
 2. Tracción Animal: De 3-4 pases de arado bien rameado,
 3. Con una 3.- profundidad de 6-9 pulgadas (15-22.5cms) con 30 a 45 días antes de la siembra.
- Terrenos en Ladera: Sembrar siguiendo las curvas a nivel, para proteger el suelo y que estas tengan barreras vivas o muertas para retener la humedad y fertilidad del suelo.

2.4.2 Siembra

Puede realizar a mano, con bueyes o maquinaria, garantizando la profundidad de siembra de la semilla de 0.25 a 0.5 pulgadas.

2.4.2.1 Cantidad de semilla por manzana

- De 4 y 7 libras en invierno.
- Des 7-10 libras de humedad.

2.4.2.2 Sembradoras especializadas

- Carretillas
- Espeque
- A mano
- Al voleo
- Cumbos, Botes o Botellas

2.4.2.3 Fertilización

El ajonjolí, es un cultivo que necesita fundamentalmente Nitrógeno(N) y Fósforo(P), el Potasio(K) casi no es necesario.

Lo indicado para realizar las aplicaciones de fertilizantes necesarias para el cultivo es a través de los análisis físicos y químicos del suelo.

1. Tipos y calidades del ajonjolí

En el comercio internacional, el ajonjolí es diferenciado por el origen y el grado de limpieza. Además, se distingue si es natural (înhulledî o sin remover la cáscara) o descuticulizado (îhulledî o sin cáscara). El origen es un indicador importante del color. Las variedades blancas (como las de Guatemala 1 y Sudán) son más requeridas que las coloradas como las de la India y Nigeria. Según el origen también se manejan otras variables como el contenido de grasa y el sabor.

2. Plagas del suelo

Los productores de ajonjolí conocen con certeza la presencia de plagas en sus suelos, sin embargo, no las consideran limitantes de la producción. Según su evaluación no se consideran tan fuertes, y que por lo tanto en ocasiones merecen de una acción, tomando en cuenta el historial de daño que causan.

Las plagas más comunes que se conocen son la gallina ciega, el gusano de alambre, el gusano cortador, el coralillo, el sompopo, la hormiga y la pata negra. Estas plagas aparecen en sitios en donde anteriormente han tenido presencia; una práctica que se ejecuta es un monitoreo general. Existen muchos métodos para muestrear las plagas del suelo, en todos los casos se recomienda escoger cinco sitios diferentes en el terreno para realizar un muestreo.

2.5 Características de las plagas

2.5.1 La gallina ciega

Es un gusano de color crema o blanco oscuro, gordo, arrugado, con cuerpo en forma de “c”, que se alimenta de las raíces de la planta. El género más importante de la gallina ciega es *Phyllophaga*. En Nicaragua hay reportadas 15 especies de gallina ciega.

¿Qué daño hace al ajonjolí?

La gallina ciega se alimenta de raíces de plantas, el ataque al ajonjolí depende de la zona en que se siembre. Normalmente la plaga se presenta en sitios con historial de daño. Las plantas dañadas llegan a obtener crecimiento lento, seguido de un color amarillento y posteriormente mueren.

2.5.2 Gusanos cortadores

Conocidos del género *Agrotis*, que normalmente atacan el follaje, actuando como cortadores. A los cortadores se les conoce también como cuerudos, tierreros o rosquillas por la forma de enrollarse cuando son molestados. Son de hábito alimenticio nocturno, ya que para poder encontrarlos de día hay que escarbar superficialmente cerca de plantas cortadas.

2.5.3 Las hormigas

Viven en grandes colonias, donde hay diferentes castas y varias reinas. Las reinas son las hembras fértiles encargadas de la producción, los nidos siempre se detectan por la presencia de suelo acumulado alrededor del cráter de salida. Las hormigas son plagas al momento de alimentarse de las semillas y yemas de crecimiento, en algunas ocasiones actúan como plagas y en otras como protectoras de cultivo; en otras cómplices de las plagas.

2.5.4 Los sompopos

Debido a los despaes y destrucción de los ecosistemas naturales, han hecho presión sobre la población de los sompopos. Estos para sobrevivir cambian sus hábitos de alimentación, emigrando hacia los cultivos, convirtiéndose en plagas.

Los sompopos cultivan hongos para alimentarse, estos como las abejas, se dividen en castas entre los que se destaca una reina, obreras, soldados y zánganos, cada cual tiene su función de trabajo dentro de la zompopera.

¿Cómo manejar la plaga del sompopo?

Los agricultores ponen en práctica distintas maneras de acabar con las plagas de sompopos, las cuales suelen ser:

- Aplicación directa de agua jabonosa
- Pastilla de fostoxín dentro de la tronera
- Repelentes como flor de san Diego diluida en agua

Es necesario sensibilizar a técnicos y productores sobre la importancia de mantener un equilibrio en el ecosistema, para obtener resultados positivos en la producción, tanto a medio como a largo plazo para evitar problemas de plagas.

2.6 Enfermedades en el ajonjolí

En el cultivo del ajonjolí se han reportado diversas enfermedades.

1. Mancha circular zonada (ocasionada por alternaría sp).
2. Mancha circular (causada por Cercospora sesami).
3. Manchas angulares (causada por Xanthomonas campestre pv. Sesami).
4. Pata negra: En plantas con esta enfermedad, la base del tallo se pudre y toma color negro, este síntoma es causado por varios hongos:

Macrophomina phaseoli, *Phytothora sp*, *Fusarium sp*, *Sclelotiom Rolfsii*, entre otros.

2.7 El ajonjolí en Nicaragua

El ajonjolí se introdujo en Nicaragua en 1939. En 1946 el cultivo de ajonjolí ocupó el segundo lugar de importancia en Nicaragua, a partir de ese año el cultivo de ajonjolí ocupó el segundo lugar de importancia en Nicaragua.; el cultivo de ajonjolí poco a poco fue desplazado por el algodón.

El ajonjolí se cultiva más en el pacífico, en los departamentos de Chinandega, León, Managua, Masaya, Granada y Rivas. Existe un área potencial de 300,000 hectáreas, en las que se pueden obtener rendimientos promedio de 12 quintales por manzana.

El ajonjolí que se produce en Nicaragua se caracteriza por tener mayor concentración de aceite y proteína que el producido en los demás países de América. Las variedades que se producen son Cuyumaquui, Venezuela 44, IXTA R198 y China Roja, las cuales se adaptan fácilmente a las características de los suelos y son aptos para el cultivo de ajonjolí de alta calidad.

La producción nacional de ajonjolí se destina casi en su totalidad (90%) a las exportaciones y en menor medida al consumo doméstico, el que se utiliza para la fabricación de dulces y panadería entre otros. Se producen en el año tres cosechas: la de primera, de postrera y de apante. Estas permiten suministrar el producto todo el año, especialmente en la cosecha de postrera que representa 70 por ciento de la producción total.

Los mayores demandantes de ajonjolí natural son Japón (56%) y Guatemala (27.9%). Por el lado del ajonjolí descortezado, Estados Unidos (21%), Japón (20.9%), Reino Unido (11.1%) y Costa Rica (11%).

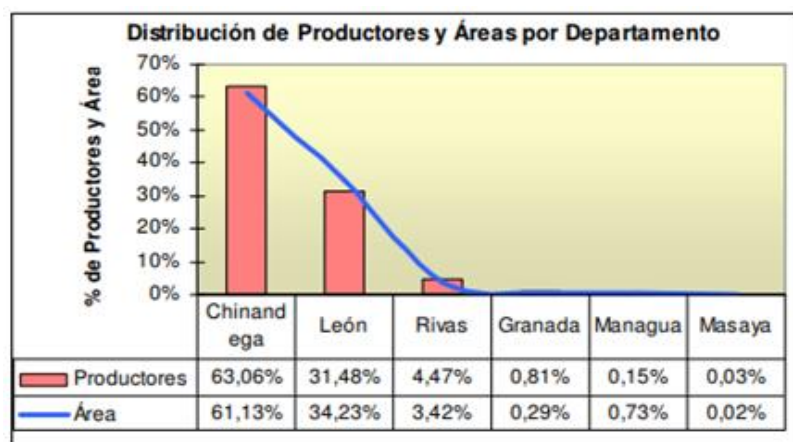
2.8 Zonas de producción

- **Occidente**

En las zonas de León y Chinandega se concentran el 83% del área sembrada y el 81% de los productores de ajonjolí. Sin embargo, los mayores rendimientos se obtienen con mayor frecuencia en los departamentos de Granada y Rivas, donde el cultivo es marginal.

El ajonjolí es un cultivo de gran potencial en el país ya que se cuenta con un aproximado de 572 mil manzanas con condiciones agro-ecológicas adecuadas.

Figura 4 Nicaragua-Concentración de los productores de aljonjolí por departamento



Cuadro recuperado de texto cadena de comercialización del ajonjolí. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA

Estas áreas potenciales se concentran en Chinandega con el 34%, León con el 30%, y Managua con un 19%.

2.9 Épocas de producción

2.9.1 La cosecha de primera

Se realiza en León 8 y Rivas 9 en el mes de septiembre. Esta cosecha generalmente representa el 15% de la producción nacional.

2.9.2 La postrera

La siembra se realiza entre agosto y septiembre y se cosecha en los meses de diciembre y enero. Esta cosecha representa el 70% del total producido en un ciclo. Esta cosecha se distribuye así:

- Chinandega: En los Municipios de Villanueva, Somotillo y El Viejo.
- León: Larreynaga, La Paz Centro y El Sauce.
- Managua: Mateare y San Rafael del Sur.
- Producción de menor escala: Carazo, Estelí, Masaya, Granada y Rivas.

2.9.3 La cosecha de apante

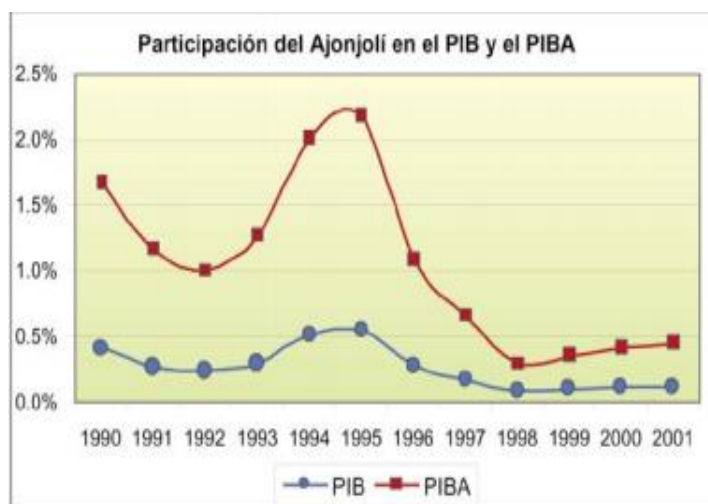
Se concentra en Chinandega entre diciembre (siembra) y marzo (cosecha). En esta temporada se hace uso de la tecnología con riego. La producción representa el 15% de la producción total del país en un ciclo.

1. Aporte del ajonjolí al PIB

En la década de los 70, Nicaragua era reconocida por los principales importadores de ajonjolí como productora de primera calidad, gozaba de prestigio internacional y estaba posicionada en el mercado. Pero luego perdió mercado e incluso la marca más importante con que se comercializaba.

Es así como la producción de ajonjolí, a pesar de haberse iniciado en Nicaragua hace más de 50 años, es actualmente un cultivo marginal desde el punto de vista de su aporte al PIB y de las áreas cosechadas. La participación del ajonjolí en el PIB es mínima y hacia la baja: ha disminuido su participación al pasar de 0.55 por ciento en 1995 a 0.12 por ciento en el 2001. El mismo fenómeno se observa en el PIBA, que pasó del 2.17 por ciento en el año 1995 a 0.44 por ciento en el año 2001. Esto debido a la disminución de las áreas cultivadas y de los rendimientos.

Figura 5 Participación del Ajonjolí en el PIB y el PIBA



Cuadro recuperado de texto cadena de comercialización del ajonjolí. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA

2. Generación de empleo

El ajonjolí beneficia a unas cuatro mil familias campesinas, la mayoría de escasos recursos, dedicados casi en forma tradicional a este cultivo. En las últimas cosechas, por ejemplo, en las que el precio estuvo sumamente bajo (por debajo de los costos de producción), las áreas cultivadas se han mantenido alrededor de las 10 mil manzanas,

pues por las características en que el pequeño agricultor lo produce, el ajonjolí siempre es una opción a su deteriorada situación económica.

Lo anterior se explica porque el campesino agricultor usa mano de obra familiar, tiene disponibilidad de semilla (a pesar de que en muchos casos sea de baja calidad), y tiene acceso al recurso tierra

Cuadro 6 Generación de Empleo del Ajonjolí En Miles

Años	PEA	Ocupados		Ocupados Ajonjolí	
		Total	Agropecuario	NITLAPAN	INEC
1990	1,214.20	1,122.40	434.80	15.50	6.00
1991	1,262.70	1,117.00	416.00	7.30	2.80
1992	1,313.00	1,123.70	427.90	8.30	3.20
1993	1,365.20	1,121.70	428.80	8.30	3.20
1994	2,943.90	2,943.90	462.30	12.00	4.60
1995	1,478.10	1,228.20	485.30	16.20	6.20
1996	1,537.00	1,291.80	517.60	11.50	4.40
1997	1,598.00	1,369.90	561.30	5.30	2.00
1998	1,661.30	1,441.80	595.70	3.50	1.30
1999	1,728.90	1,544.20	641.30	3.50	1.40
2000	1,815.30	1,637.30	696.90	5.00	1.90
2001 ^{a/}	1,900.50	1,697.60	711.90	5.00	1.90

Cuadro recuperado de texto cadena de comercialización del ajonjolí. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA

Por otro lado, es un cultivo de alta resistencia a la sequía que a la vez le permite disponer de alimento para animales de corral y cerdos principalmente. Todos estos son elementos que toma en cuenta el productor cuando opta por sembrar ajonjolí.

3. Plan de producción de seguimiento y manejo a todas las actividades de cultivo del ajonjolí

El trabajo de seguimiento y monitores al manejo del cultivo se realiza en la finca san Agustín del productor ing. Bismarck Calero, ubicado en el departamento de león, frente al juzgado.

Área establecida: 4 manzanas

Cultivo: ajonjolí

Variedad: precoz rama

2.10 Selección del terreno para el establecimiento del ajonjolí

- Condiciones agro ecológica favorable.
- Temperatura de 15 a 40 grado centígrado.
- Precipitación 300 a 600 mm de agua bien distribuido.
- Suelo de textura francos y fértiles con un pH de 6 - 7
- Topografía plana con una pendiente de 2 a 6%.
- Vías de acceso transitable todo el tiempo

Preparación de suelo: la preparación del suelo, crea condiciones favorables para el buen desarrollo del cultivo del ajonjolí, buena germinación de las semillas, buen desarrollo del sistema radicular del cultivo y de las plantas.

- **Arado:**

Es el que se encarga de roturar el prisma del suelo e incorporando los rastrojos del cultivo anterior, normalmente se realiza un pase de arado con disco de vertedera a una profundidad de 15 a 20 centímetro. Esta labor se debe realizar por lo menos un mes antes de la siembra.



- **Grada:**

El objetivo de esta operación consiste en la destrucción de terrones, eliminación de malezas y se recomiendan dos pases de grada uno perpendicular con respecto al otro, en dependencia del tipo de suelo.



Cuadro 7 Registro de preparación de suelo Grada

Tipo de preparación de suelo	Fecha de preparación	Instrumento utilizado	No. de lote
Tracción mecanizada	14/05/2019	Grada I acoplado al tractor.	I

2.10.1 Nivelación o Grada-Banca

Esta práctica consiste en nivelar la superficie para obtener una siembra uniforme, buena distribución de agua y evitar encharcamiento, para prevenir enfermedades fungosas.



Cuadro 8 Registró de preparación de suelo grada banca

Preparación de suelo	Fecha de preparacion	Instrumento utilizado	No.de lote
Tracción mecanizada	14/05/2019	Grada banca acoplada a tractor	I

➤ **Siembra:**

La siembra del ajonjolí se puede realizar con tracción mecanizada, rayada con tracción animal y siembra manual, con carretilla y botella.

➤ **Siembra mecanizada:**

Esta labor consiste en depositar la semilla en el suelo para que germine, dejando a una profundidad de 0.25 a 0.5 pulgadas, la distancia entre los surcos de pende de la variedad a establecer, Precoz rama, la distancia entre surco y surco es de 18 a 20 pulgadas.

➤ **Fertilización:**

Las plantas aparte de utilizar el oxígeno, dióxido de carbono y el agua los que son obtenidos del aire y las lluvias necesitan de otros 16 elementos que son tomado normalmente del suelo para un buen desarrollo y crecimiento.



➤ **Desarrollo vegetativo:** a los 20 y 25 días des pues de la siembra se debe aplicar 2 por manzana de la siguiente formula en mezcla con el cultivo incorporado.

➤ **El éxito de una buena productividad de ajonjolí se debe a la siguiente formula:**

1 quintal de nitro esté al 40% de nitrógeno más 5% de azufre

1 quintal de fórmula de completo 12-30-10

1 quintal de fórmula de completo 18-46-0

1 quintal de fórmula mob 0-0-60

Formula	N %	P %	k %	z %
Nitro estén	40	-	-	5
Completo	12	30	10	-
Completo	18	46	0	-
Mob	0	0	60	-
Totales generales %	70	76	70	5

Tecnología utilizada	Fecha de realización de fertilización	Fecha de siembra	No de lote
Tracción mecánica	03/06/2019	14/05/2019	I

➤ **Limpieza de Cultivo:**

Esta labor consiste en roturar la defensa interna del cultivo o el perfil del centro de la calle. Disminuyendo las poblaciones de malezas, infiltrando mayor aeración y agua en el suelo para una mejor reacción física y química del suelo para la adsorción de los nutrientes a la planta y un mejor desarrollo.



Tecnología utilizada	Fecha de realización del cultivo	Fecha de siembra	No de lote
Tracción mecánica	17/06/2019	14/05/2019	I

➤ **Raleo:**

Esta práctica se realiza entre los 22 y 25 día después de la siembra cuando las plantas de ajonjolí han alcanzado una altura entre 4 a 6 pulgadas, para regular poblaciones muy densas de planta dentro del cultivo, dejando entre 10 a 12 plantas metro lineal para ambas variedades, con una densidad poblacional de 115,500 a 127,938 plantas de ajonjolí / manzana.

- El raleo debe hacerse después de la limpia con binado con el cultivo.
- El raleo se debe realizar en el momento oportuno los raleos tardíos causan más perjuicio que beneficio
- El raleo es una práctica sanitaria

➤ **Cosecha:**

La cosecha del ajonjolí está constituida por las siguientes labores:

- Corte y formación de manojos
- Emparve
- Aporreo
- Limpieza y zarandeo
- Secado

Tecnología utilizada	Fecha de realización de la cosecha	Fecha de siembra	No de lote
Tracción mecánica	29/07/2019	14/05/2019	I

➤ **Corte:**

El corte del ajonjolí se efectúa cuando las plantas llegan a su etapa óptima de madurez. Un atraso en la efectuación de esta fase puede ocasionar grandes pérdidas debido a que, al madurar la planta, sus cápsulas se abren, dejando caer sus semillas. Algunas características que presenta la planta en el momento de alcanzar su madurez son:

- El tallo se pone amarillento
- Las hojas amarillas del tercio inferior de la planta empiezan a caerse
- Las cápsulas de abajo y en medio se comienzan a poner café
- Las cápsulas inferiores se comienzan a abrirse
- La floración llega a su final

Una vez percibidas estas características, se lleva a cabo esta acción. El corte en esta labor fue realizado de forma manual debido al déficit de desarrollo de las plantas, por lo que no hubo necesidad de efectuar el corte con alguna otra herramienta.

➤ **Formación de manojo:**

Una vez que las plantas ya están cortadas se procede a la formación de manojos, los cuales se tienden en el suelo en una misma dirección, teniendo cuidado de no voltearlas para evitar que las semillas se caigan. Los manojos se forman en pequeñas estructuras y de manera circular para facilitar el secado. Estos se dejan tendidos de uno a tres días, dependiendo de la madurez de la planta y la intensidad del sol. A esta acción se le conoce también como ***emparve***.

Tecnología utilizada	Fecha de realización de la corte y formación de manojo	Fecha de siembra	No de lote
Tracción mecánica	29/07/2019	14/05/2019	I

➤ **Aporreo:**

El aporreo manual es el más común. Consiste en golpear con un palo los manojos de plantas secas, para sacar las semillas de las cápsulas. El aporreo se hace en una carpa grande de unos seis por seis metros (36 m²), colocándola en el círculo o del cuadrado de las parvas.

Las parvas se voltean en el centro de la carpa y se golpean los manojos de plantas en posición inclinada con la cápsula hacia abajo.

Tecnología utilizada	Fecha de realización de la cosecha	Fecha de siembra	No de lote
Tracción mecánica	05/08/2019	14/05/2019	I

➤ **Limpieza y zarandeo:**

La limpieza permite obtener semilla de calidad superior.

Con la limpieza o zarandeo se quita la broza que queda después del aporreo. Esta actividad se realiza con una zaranda fina, hecha con malla de la que se usa para cernir arena.

El soplado quita la basura fina que queda después del zarandeo. La semilla se puede soplar con dos sacos o utilizando una bomba de mochila de motor, con la cual se sopla sobre la semilla que está en la carpa.

➤ **Empaque:**

El empaque se debe realizar con sacos de polipropileno nuevos, nunca se debe empacar en sacos de fertilizantes o sacos donde haya habido semilla tratada con ellos.

Tecnología utilizada	Fecha de realización de la cosecha y empaque	Fecha de siembra	No de lote
Tracción mecánica	06/08/2019	14/05/2019	I

➤ **Traslado:**

El producto se traslada a la planta agroindustrial Vicente Salmerón Tijerino km-107 carretera a Chinandega-Quezalguaque.

2.11 Recolección de datos para la obtención de una estimación poblacional

En los siguientes cuadros se muestran los datos recopilados por metro lineal

Cuadro 9 Datos recopilados por metro lineal

No de plantas	Altura (cm)	No de cápsulas	Distancia de siembra
41	146	21	26"

Cuadro 10 Datos recopilados por metro lineal

No de plantas	Altura (cm)	No de cápsulas	Distancia de siembra
9	119	40	27"

Cuadro 11 Datos recopilados por metro lineal

No de plantas	Altura (cm)	No de cápsulas	Distancia de siembra
14	112	54	19"

Cuadro 12 Datos recopilados por metro lineal

No de plantas	Altura (cm)	No de cápsulas	Distancia de siembra
28	152	52	27"

Cuadro 13 Datos recopilados por metro lineal

No de plantas	Altura (cm)	No de cápsulas	Distancia de siembra
24	76	10	28"

Tomando en cuenta que una 1 manzana es equivalente a 10,000 vrs2 y una manzana es igual a 7,056 m², entonces una manzana se puede expresar una parcela optima de 3,300 de largo, es decir un surco tiene 84 metros.

Tomando en cuenta la distancia entre siembra, proveído por los cinco datos recopilados, cuyos datos son 26, 27, 19, 27, 28. se puede hacer el cálculo que la media de las distancias entre siembra del ajonjolí es $(26+27+19+27+18) / 5 = 19.8$ m aproximadamente.

La media del número de plantas halladas por metro lineal es $(41+9+14+28+24) / 5 = 23.2$

Para hallar el número de surcos

$3,300" / 24.8" = 133$ surcos en una manzana

$133 * 84$ (longitud promedio de un surco) = 11,172 m es lo que miden todos los surcos hallados en la manzana, en total.

La altura promedio de las cinco plantas muestra es $(146+119+152+76) / 5 = 98.6"$

El número total de plantas habidas en una manzana es de:

$11,172m * 23.2" = 259,190.4$ plantas.

2.12 Intervalos de confianza para la media con varianza desconocida para no. de plantas por metro lineal

En los cinco datos recopilados, a como se muestra en las tablas, el número de plantas halladas por metro lineal, respectivamente, fueron 41,9,14,28 y 24. Asumiendo un coeficiente de confianza del 95%, se obtiene el siguiente intervalo de confianza para una media:

$n=5$; $\bar{x}=23.2$; $S=11.19$; $(1-\alpha) = 0.95$; $\alpha/2=0.025$; $v=n-1$, $v=4$; $t_{0.025,4}=2.776$

Figura 6 Intervalo de confianza para la media con varianza desconocida

$$\bar{X}-t_{\alpha/2}(S/\sqrt{n}) < \mu < \bar{X}+t_{\alpha/2}(S/\sqrt{n})$$

Sustituyendo los valores en la ecuación anterior se tiene lo siguiente:

$$23.2-2.776(11.19/\sqrt{5}) < \mu < 23.2+2.776(11.19/\sqrt{5})$$

$$9.5 < \mu < 37.1$$

Conclusión: El promedio de plantas encontradas por metro lineal varía de 9.3 a 37.1 con un nivel de confianza del 95%.

2.13 Intervalo de confianza para la media con varianza desconocida para el número de cápsulas halladas en las plantas tomadas por metro lineal

El número de cápsulas halladas en cada planta tomada por metro lineal como referencia, de acuerdo al número de datos (5), son, respectivamente 21,40,54,52 y 10.

$n=5$; $\bar{x}=35.4$; $S=19.3$; $(1-\alpha) = 0.95$; $\alpha/2=0.025$; $v=n-1$, $v=4$; $t_{0.025,4}=2.776$

Empleando la ecuación antes establecida se obtiene...

$$35.4-2.776(19.3/\sqrt{5}) < \mu < 35.4+2.776(19.3/\sqrt{5})$$

$$11.4 < \mu < 59.3$$

Conclusión: El promedio del número de cápsulas de cada planta tomada como referencia, por metro lineal, varía entre los 11.4 y 59.3 centímetros.

2.14 Intervalo de confianza para la media con varianza desconocida para la variación de las alturas de las plantas tomadas por metro lineal

Las alturas de las plantas por metro línea, según los datos recopilados son, respectivamente 146, 119, 112, 152, 76cms.

$$n=5; \bar{x}=121; S=30.4; (1-\alpha) = 0.95; \alpha/2=0.025; v=n-1; v=4; t_{0.025,4}=2.776$$

Sustituyendo se obtiene el siguiente resultado:

$$121-2.776(30.4/\sqrt{5}) < \mu < 121+2.776(30.4/\sqrt{5})$$

$$83.3 < \mu < 158.7$$

Conclusión: El promedio de las alturas que poseen las cinco plantas tomadas como datos muestra de cinco metros lineales van desde los 83.3 centímetros y los 158.7 centímetros.

2.15 Análisis de resultados del trabajo de campo

A través del seguimiento de todos los procesos que conlleva la producción de ajonjolí se pudo determinar que los valores esperados no son siempre acertados debido a la influencia de factores adversos y ajenos como la variación del clima, sequías, enfermedades imprevistas que puede sufrir el cultivo, entre otros aspectos. Un ejemplo claro se ve reflejado en el presente proyecto, del cual se esperaba recolectar aproximadamente 18 qq de ajonjolí, y los resultados fueron abismalmente diferentes, puesto que el resultado final fue de 10 qq obtenidos. Uno de los factores que más influyó en los resultados fue el hecho que el productor intentaba por primera vez realizar una siembra con la especie de ajonjolí precoz rama, ya que solo había obtenido cosechas de otras variedades de ajonjolí, que por lo general requieren de mayor tiempo para finalizar su ciclo de vida y mejor precisión e siembra .

Otras de los evidentes factores que influyeron en el déficit del mismo fueron la variación del clima, y la presencia del fenómeno de la niña.

A través del presente trabajo de investigación se llega a la conclusión de que ha como se ha mencionado en reiteradas ocasiones, el cultivo del ajonjolí resulta ser una buena alternativa para obtener cosechas en un breve periodo de tiempo, de manera eficaz, y aunque sea muy resistente ante la variación del clima y el ataque de plagas, existen riesgos. Un ejemplo claro es lo ocurrido al productor al cual acompañamos durante todo el proceso de producción del ajonjolí, el cual se vio severamente afectado en cuanto a la obtención de la cosecha; en parte lo ocurrido es responsabilidad de la escasa aplicación de fertilizante que el mismo añadió.

Es importante tener en cuenta el estudio previo exhaustivo de un rubro al que se está incursionando, para evitar invertir más dinero de lo que se obtendría del mismo cultivo.

Por otra parte, a través de la toma de muestras de plantas por metro lineal, así como el de ciertas características que le componen, como la altura, número de cápsulas, número de plantas halladas por metro lineal, se logró realizar el cálculo para adquirir el dato estimado de la densidad poblacional de plantas, el cual se concluyó fue de 259,190.4 plantas.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE CÁLCULO DEL ESTUDIO

Capítulo III - Metodología de cálculo del estudio

3.1 Tipo de Investigación

Este proyecto se enfoca en una investigación proyectiva, pues esta consiste en elaborar una propuesta o modelo para solucionar un problema y además intenta responder preguntas sobre sucesos hipotéticos del futuro (de allí su nombre) o del pasado a partir de datos actuales y en este tipo de investigación se ubican las investigaciones para inventos, programas y diseños. Busca confrontar la teoría con la realidad y en el caso de esta investigación donde se desarrollara el diseño de un prototipo.

3.2 Población

La población objeto de investigación en este proyecto son los diferentes tipos de sembradoras mecánicas de granos. En donde se simulará los diferentes componentes de la máquina para verificar su funcionamiento.

3.3 Muestra

Se recopilaran los datos obtenidos de la simulación del prototipo que serán utilizados para determinar el comportamiento del mismo en las condiciones establecidas por el diseño.

3.4 Técnicas de recolección de información

Se utilizara una investigación de tipo documental con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento y naturaleza del proyecto, con el apoyo, principalmente, en trabajos previos, información y datos divulgados por medios impresos, audiovisuales o electrónicos. (LIBERTADOR, 2002)

La originalidad del estudio del proyecto se verá reflejada en el enfoque, criterios, conceptualizaciones, reflexiones, conclusiones, y recomendaciones dadas por los autores del proyecto.

3.5 Análisis de la información

Con la información recolectada en la investigación documental se hará una comparación determinando los principales parámetros de funcionamiento los cuales son claves para el diseño del prototipo.

FASE I. Analizar las diferentes máquinas sembradoras de semillas existentes para seleccionar un modelo geométrico idóneo y los componentes más eficientes.

En esta primera instancia del proyecto se cumplirá con el objetivo específico de conocer los componentes que conforman las máquinas sembradoras y los mecanismos de sembrado utilizados, por medio de las siguientes actividades:

1. Recopilar información acerca de los elementos que conforman la sembradora de semillas utilizando las bases de datos existentes.
2. Identificar las variables que intervienen en el proceso de sembrado analizando las cualidades del terreno.
3. Clasificar la información obtenida, mediante tablas y gráficas.

FASE II. Analizar el modelo geométrico. Calcular los elementos que conformarán la sembradora mecánica de semillas de ajonjolí para las condiciones del entorno a las cuales será sometida.

En esta segunda etapa se realizarán los cálculos pertinentes para el diseño de la sembradora de semillas, para realizar este objetivo se iniciará con la información obtenida en la primera fase de investigación y se llevará a cabo a través de las siguientes actividades:

1. Buscar las ecuaciones que rigen los diseños de máquinas y componentes.

FASE III. Evaluar la factibilidad económica para la construcción del prototipo, con la finalidad de obtener recursos institucionales.

Después de haber definido el diseño óptimo para la sembradora mecánica de semillas, se realizará la factibilidad económica con el fin de saber el costo final del prototipo y así determinar el tiempo de recuperación de la inversión, esto se logrará por medio de las siguientes actividades:

1. Estudiar el mercado local con el fin de determinar los costos de los materiales.
2. Calcular el presupuesto de inversión, a través de cotizaciones.
3. Estimar la tasa interna de retorno (TIR), la tasa de recuperación contable (TRC), el período de la inversión (PRI).

CAPÍTULO IV

**DISEÑO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE
LA SEMBRADORA DE AJONOLI**

Capítulo IV - Diseño de los elementos constructivos de la sembradora de ajonjolí

Algunas de las sembradoras más comunes se clasifican según el tipo de siembra. Los tipos de siembra existentes son:

Siembra a voleo: Este tipo de siembra se caracteriza por una distribución de semillas al azar en un terreno predeterminado, y en algunas ocasiones sin tener en cuenta surcos o distancia entre las mismas semillas. Este trabajo es realizado por un obrero encargado de esparcir las semillas.

Consiste en depositar uniformemente las semillas sobre toda la superficie a sembrar, y una vez depositada enterrarla con gradas de púas, rulos, etc. Estas sembradoras suelen ser de construcción muy simple, distinguiéndose dos tipos: centrífugas y de descarga libre.

Figura 7 Representación de siembra a voleo



Fuente: (ROCA, s.f.)

Las primeras coinciden con las abonadoras centrífugas, y aunque se puede conseguir una buena precisión en el reparto, ofrece problemas similares a la siembra manual: consumo excesivo de semilla e imposibilidad de la posterior mecanización de las binas o labores secundarias de cultivo. (Agnes & Botta, 2015)

Siembra en líneas o a chorrillo: Este tipo de siembra se caracteriza por depositar las semillas en un surco de forma aleatoria, cubriéndolas para recrear forma de línea definitiva. (Estrada, 2007).

Las sembradoras de descarga libre son análogas a las sembradoras de chorrillo a las que se les suprimen los tubos de caída, dejando caer la semilla libremente a poca altura. Van provistas, en su parte posterior, de una grada de púas o de rodillos

Para enterrar ligeramente la semilla. Este tipo de siembra es apropiada para semillas pequeñas y, especialmente para pratenses.

Figura 8 Siembra en línea o a chorrillo



Fuente: (Vinueza, 2015)

4.1 Las operaciones que realizan estas máquinas son:

Abrir el surco donde se va a depositar la semilla. Se realiza con cuchillas circulares (un solo disco cóncavo o dos discos planos) o con rejas a surcadoras, montadas sobre el bastidor, de forma que van siguiendo la superficie del terreno y pueden elevarse por encima de algún obstáculo que encuentre.

Dosificar y depositar la semilla en el surco realizado. Se realiza por medio de los órganos distribuidores y de los tubos de caída.

El órgano de distribución es una parte esencial de la sembradora, debe permitir una gran regularidad de siembra, y según su polivalencia podrá ser utilizada para distintas especies de semillas. Pueden ser de rodillos, centrífugas y neumáticas.

Las sembradoras con elemento dosificador de rodillos llevan uno en cada línea de siembra, montados sobre un mismo eje giratorio. Se trata de un rodillo acanalado, una rueda de dientes o cucharillas. (Cooperativas, 2010)

En las sembradoras con distribuidor centrífugo las semillas penetran, por gravedad, desde la tolva en un cono giratorio por una abertura regulable. Una vez en el interior, por unas aletas soldadas al cono, son sometidas a fuerzas que originan su ascensión hasta llegar a la tapa superior donde existen agujeros por los que penetran en los tubos de caída y son dirigidas hacia las botas de apertura del surco de siembra. En las sembradoras con distribuidor neumático, la semilla es dosificada en un solo cilindro situado debajo de la tolva, a cuya salida es recogida por una corriente de aire y llevada a una cabeza distribuidora que los distribuye a los tubos de descarga.

Enterrar el grano. La propia reja puede realizar esta operación, aunque se pueden utilizar otras rejas, rastras, cadenas, etc. (Cooperativas, 2010)

Comprimir el suelo alrededor de la semilla, mediante rodillos y así favorecer el aumento de la humedad entorno a la ella.

Siembra a golpeo: Este tipo de siembra permite sembrar grupos de semillas en hileras y a distancias predeterminadas. (Eco agricultor, 2014)

Figura 9 Siembra a golpeo



Fuente: (Vinuela, 2015)

Siembra de tipo monograno: Es el tipo de siembra precisa con una sola semilla bien distanciada y a hileras definidas. (Estrada, 2007)

Figura 10 Sembradora monograno



Fuente: (Interempresas AGRICULTURA, 2014)

Como se ha dicho anteriormente la siembra monograno y a golpeo son dos tipos de siembra directa en donde se deposita una semilla a una profundidad uniforme y a distancias iguales, consiguiendo además un paralelismo entre líneas. Esta siembra permite obtener beneficios como:

- ❖ Ahorro de semillas a aplicar
- ❖ Exactitud en la superficie unitaria de las plantas para una productividad óptima
- ❖ Mayor facilidad para realizar labores de cultivo mecanizadas.
- ❖ Disminución de las faenas de escarda y aclareo.
- ❖ Siembra a distancia determinada.
- ❖ Óptimas condiciones para la recolección.

Para este tipo de máquinas sembradoras el elemento esencial es el mecanismo distribuidor, concebidos para que suelten las semillas individualmente, una tras otra, con intervalos regulares. Existen distribuidores mecánicos (de plato vertical, plato oblicuo, plato horizontal y de correa) y neumáticos (Agnes & Botta, 2015).

A continuación enumeraremos los elementos que conforman una sembradora:

Bastidor o chasis: Es la estructura de la sembradora en donde se unen todos los elementos que conforman la sembradora, este puede ser transportado de forma manual o por medio de un tractor, dependiendo el grado de trabajo o sembradora para la cual está construido. (Altisent, 1971)

Figura 11 Bastidor de sembradora tipo subsolador



Fuente: (Interempresas AGRICULTURA, 2014)

Tolva: Es el elemento de la sembradora encargado de contener y permitir el flujo de las semillas hacia el dosificador, con un parecido a un embudo de gran tamaño destinado a canalizar materiales granulados o pulverizados, permite ser vaciada totalmente para su debida limpieza, además permite controlar el nivel del contenido puede contener agitadores o tener separadores para varias semillas. (Tascóna & Uribe, 2011).

Figura 12 Tolva



Fuente: (Genie, 2017)

Órganos de distribución: Estos son los encargados de llevar acabo la siembra de manera eficiente, entre ellos están: dosificadores y elementos de potencia como las cadenas y catarinas, bandas y poleas etc.

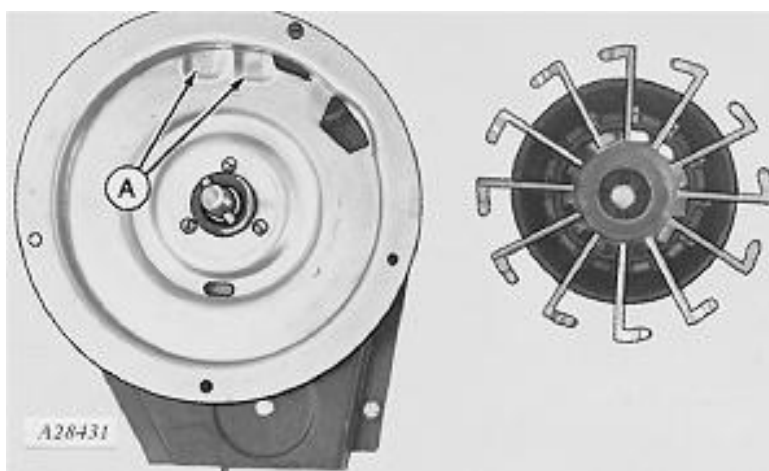
Dosificadores: Estos son los encargados de depositar una única semilla o varias dependiendo el tipo de siembra y semilla, en un surco y distanciados de manera precisa para el aprovechamiento del terreno (CHÁVEZ, 2006), los dosificadores de semillas más comunes son:

- Dosificador de cucharas
- Dosificador de cilindros acanalados
- Dosificador de cilindros dentados
- Dosificador centrífugo
- Dosificador neumáticos.

- Dosificador mecánicos de precisión.
- Dosificador neumáticos de precisión.
- Dosificador por cintas de semillas

Dosificador de cucharas: Este tipo de dosificador se caracteriza por tener una serie de disco vertical el cual posee unos receptáculos en forma de cuchara estos son el encargado de recoger las semillas y distribuirlas hacia el embudo que las deposita en el surco. Su ventaja más importante es el no afectar la integridad de la semilla logrando un alto margen de siembra en el proceso. Sus desventajas más representativas tienen que ver con que su implementación encarece la máquina y carece de uniformidad en el reparto de las semillas. (Izard, 2009).

Figura 13 Dosificador tipo cuchara

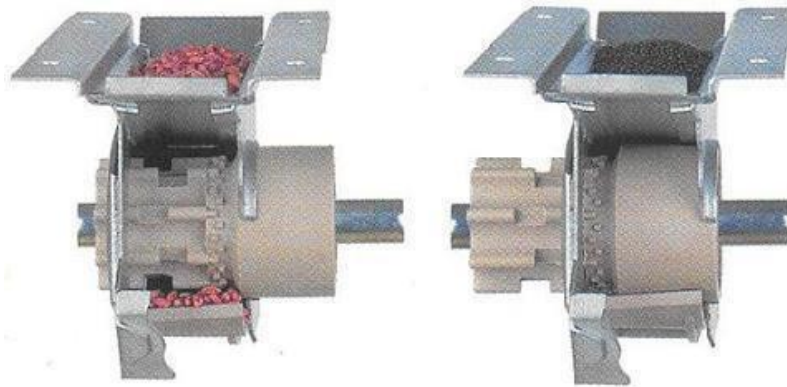


Fuente: (manual de semillas, 2017)

Dosificador de cilindros acanalados: Este tipo de dosificador contiene unos tubos con una ranuras, que al girar en torno a su eje aprisionan cierta cantidad de semillas, que gracias al efecto de su movimiento produce presión que las lleva a los tubos de salida para ser depositadas en el surco. La cantidad de semilla varía según el desplazamiento longitudinal de los cilindros. Sus mayores ventajas son el reparto uniforme de semillas, independiente de la velocidad de tracción o del estado del terreno, su precio es moderado.

Sus mayores desventajas radican en el daño producido a las semillas debido a que trabaja con semillas de tamaños pequeños y su forma de bóveda que impide un excelente llenado. (Brasil, 2011)

Figura 14 Dosificador de cilindros acanalados



Fuente: (ministerio de agricultura español, 2017)

Dosificador de cilindros dentados: Este sistema de dosificación es muy similar al anterior salvo que en lugar de haber presencia de ranuras, los cilindros son dentados, cuando el dosificador se pone en marcha los dientes empujan las semillas hacia los tubos de descarga que los ubican en el surco, estos permiten regular mejor la cantidad de semillas sin producirles tanto daño, generan gran uniformidad en el sembrado y pueden manejar más cantidad de semillas en tamaño. Su desventaja es el precio que es muy elevado para su implementación.

Figura 15 Dosificador de cilindros dentados



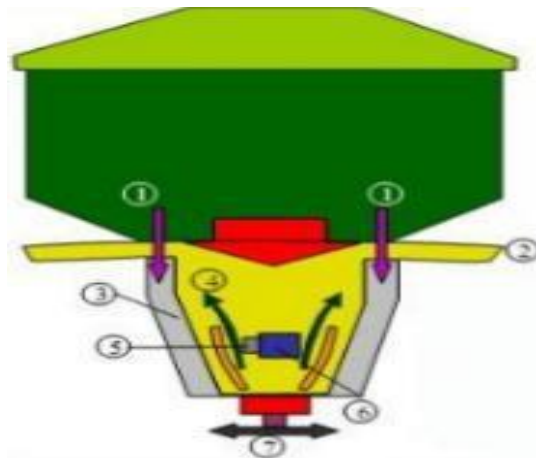
Fuente: (ministerio de agricultura español, 2017)

Dosificador centrífugo: Este tipo de dosificador utiliza la gravedad, las semillas que contiene la tolva penetran en el interior de un cono giratorio por una abertura regulable que es la que ajusta la dosis de siembra. Una vez en su interior, por aletas que van soldadas al cono, son sometidas a fuerzas que originan su ascensión hasta llegar a la tapa superior donde existen agujeros por donde entran los tubos de caída y son dirigidas hasta el surco donde son depositadas. (CHÁVEZ, 2006)

Su gran ventaja es una regulación fácil y rápida con posibilidad de trabajar a gran

Velocidad, por otro lado su mayor desventaja es el debilitamiento de la semilla por el proceso y la obstrucción que posee a la entrada del cono.

Figura 16 Dosificador centrífugo



Fuente: (Eco agricultor, 2014)

Dosificador neumáticos: Este tipo de dosificar elimina los inconvenientes del sistema centrifugado. Utiliza un sistema de cilindro acanalado saca el grano de la cámara de distribución, las semillas que arrastra en su giro son aspiradas por un Venturi, por el que circula una corriente de aire que produce una turbina accionada por la toma de fuerza del tractor y son transportadas a lo largo de un tubo hasta la cabeza la cabeza cónica de distribución y posteriormente puestas en el surco. (ROCA, s.f.) Su mayor desventaja es que debe ser utilizada con un tractor y el costo de implementación de este dosificador es muy elevado.

Figura 17 Dosificador neumático



Fuente: (Agroads, 2017)

Dosificador mecánicos de precisión: Este tipo de dosificadores utilizan elementos mecánicos para su funcionamiento por ejemplo cadenas correas etc. Su representación se puede dar en forma de platos verticales, horizontales, oblicuo y correa.

Figura 18 Dosificador mecánico de alta precisión



Fuente: (Agroads, 2017)

Dosificador neumáticos de precisión: Son prácticamente los mismos dosificadores neumáticos mencionados anteriormente con la salvedad que estos poseen la última tecnología lo que los hace más eficientes y precisos. Pueden encontrarse en forma de disco vertical, disco con agujas o sistemas neumáticos de cilindro común a todas las líneas de siembra.

Figura 19 Sistema de dosificación neumático de alta precisión



Fuente: (Cadiat, 2017)

Dosificador por cintas de semillas: consiste en utilizar una cinta larga y estrecha de material soluble en agua, en el cual colocan en un laboratorio y a intervalos exactos una semilla o un grupo de ellas. Se prepara el suelo y se coloca una a la vez disuelta por la humedad del suelo, la semilla en contacto con la tierra germina. (Agnes & Botta, 2015)

Sus mayores beneficios son el reparto perfecto de las semillas y que no daña el grano, permite gran velocidad de siembra y menos insumo en mano de obra. Su desventaja principal es su alto precio económico, manejo de pequeños rangos de profundidad de siembra.

Figura 20 Dosificador por cinta



Fuente: (Eco agricultor, 2014)

Órganos de enterrado de semillas: Estos órganos son los encargados de la germinación de la semilla, ya que deben abrir el surco, depositar la semilla y volver a tapar la semilla. Estos órganos de enterrado son los siguientes:

- Tubos de caída del grano.
- Herramienta de corte.
- Fijación de los órganos de enterrado.
- Órganos de recubrimientos.

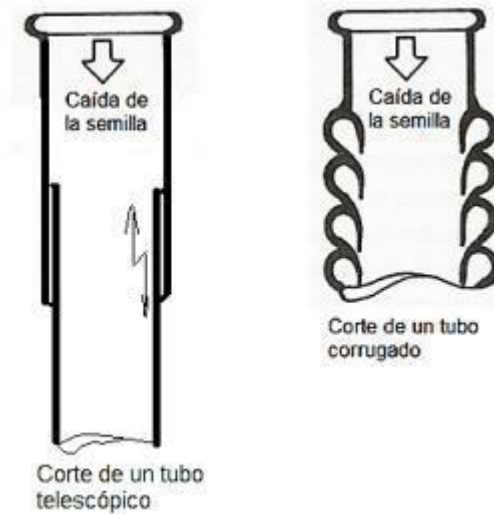
Estos elementos tienen sus ventajas y desventajas además existen varios de ellos dependiendo el uso que se necesite.

Tubos de caída del grano: Este elemento tiene por misión llevar el grano desde el dosificador hasta el surco, su longitud depende de la geometría de la máquina y las características del terreno estos los podemos encontrar en diferentes formas pero las más comunes son las siguientes:

Plásticas con cinta de acero: Son muy deformables pero impiden una buena caída del grano y se pueden originar deformaciones que impidan el buen reparto.

Telescópicas: Son una serie de tubos de plástico que pueden desplazarse unos dentro de otros y generan una caída de grano uniforme.

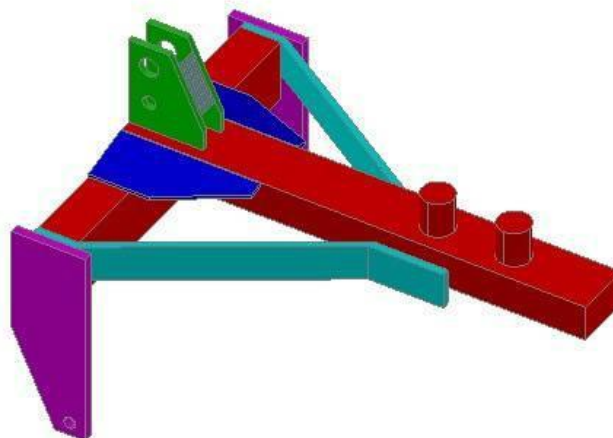
Figura 21 Tubos de caída de grano



Fuente: (Chacra, 2017)

Fijación de los órganos de enterrado: Este es el subsistema encargado de sujetar las herramientas de corte al bastidor, esta fijación debe permitir un movimiento vertical e impedir movimientos horizontales y también lograr un fácil cambio de herramienta. A la hora de unir la herramienta al bastidor esto solo se lograra por medio de elementos como tuercas o pasadores.

Figura 22 Bastidor con elementos de fijación



Fuente: (JULISSAGAGA, 2017)

Herramienta de corte: Son las encargadas de perforar la tierra para crear el surco algunas de estas herramientas son:

Surcadores: Son elementos encargados de abrir el microsurco en el que se depositan las semillas según su forma pueden ser de 4 tipos:

Surcador de reja: Están formados por una pieza perfilada de acero o de hierro fundido para adaptarse perfectamente a todos los suelos, el material usado debe de ser resistente a la abrasión.

Figura 23 Abre surcos tipo reja



Fuente: (SOLA, 2016)

Surcador de bota: Se utilizan en suelos muy sueltos fino y sin terrones para evitar que se llenen de tierra tienen unas lengüetas articuladas.

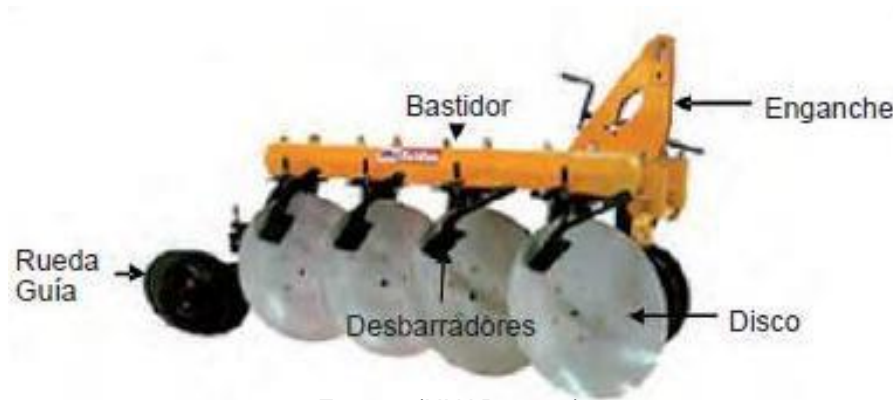
Figura 24 Abre surcos tipo bota



Fuente: (CEFIRE, 2014)

Surcador de disco simple: Son ligeramente cóncavos y presentan una ventaja con respecto a los arados y a las gradas de discos.

Figura 25 Disco de arado y componentes de un sistema de arado



Fuente: (UNAD, 2010)

Surcador de doble disco: Consiste en dos discos colocados de forma que se toquen en su parte delantera cayendo la semilla entre ellas, su desgaste es lento y la fuerza que necesitan de tracción es poca y son muy sensibles al cambio de la profundidad de siembra.

Figura 26 Doble disco de arado



Fuente: (KINZE, 2012)

Órganos de recubrimiento: Estos son utilizados cuando las condiciones de la tierra no son las adecuadas, lo que trae como consecuencia un elemento más a la máquina que permita cubrir la semilla para su debida germinación estos elementos suelen ser: cadena rastrera, diente de recubrimiento, grada ligera, rodillo individual, o una llanta de espesor considerable. (CHÁVEZ, 2006, pág. 46).

4.2 Identificar las variables que intervienen en el proceso de sembrado analizando las cualidades del terreno

Para poder identificar las variables que intervienen en la siembra debemos conocer las características del terreno en el cual están ubicados los cultivos de la granja de la universidad.

Debemos tener en cuenta la forma en cómo se determina las características del suelo. Para obtener la medición de las partículas del suelo se ocupó un método que estima el tamaño y distribución de las partículas en una determinada área, el método manual es el siguiente: Una bola de suelo fino de aproximadamente 2.5 cm de diámetro es formada, se le agrega agua lentamente hasta que se aproxima a su punto pegajosos, es decir en el punto en el cual el suelo apenas empieza a pegarse en la mano. La extensión a la cual el suelo húmedo puede deformarse es indicativa de su textura. (Sandoval, Menjivar, & Gomez, 2004).

Cuadro 14 Definiciones de los componentes

Nombre	Definición
Dosificador	Sistema que regula cantidad de elementos a ser Implementados
Abre surco	Herramienta que realiza una zanja en la tierra
Tapador de surcos	Elemento que cubre el surco después de depositada la semilla
Marcador	Herramienta que realiza marcas en el terreno con los espacios necesarios entre surcos
Tolva	Recipiente con una abertura en su parte inferior, que Sirve para hacer que su contenido pase poco a poco a otro lugar o recipiente de boca más estrecha.
Bastidor	Estructura o armazón sobre el que se fijan las demás partes de la máquina .

Fuente: Autores del proyecto

4.3 Buscar las ecuaciones que rigen los diseños de máquinas y componentes

Para desarrollar esta actividad del segundo objetivo específico daremos inicio al desarrollo de cálculos por los cuales se diseñó cada elemento que conforma la sembradora.

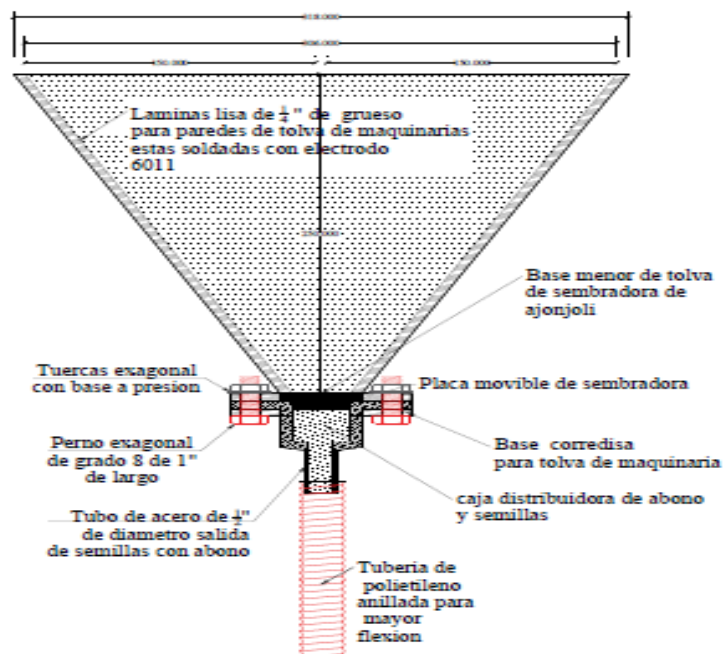
4.4 Selección de la tolva

Como se ha dicho anteriormente la tolva es el sistema encargado de mantener abastecido al dosificador de semillas y para lograr esto debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- El material de la tolva no debe reaccionar químicamente con la semilla
- El material de la tolva debe impedir la proliferación de contaminantes biológicos
- El material de la tolva no debe reaccionar químicamente con el producto de limpieza y desinfección
- El material de la tolva debe ser resistente a la fricción con el alimento
- La capacidad de la tolva debe permitir almacenar un peso máximo de 34 kg
- La tolva debe soportar el peso estipulado sin deformarse

Figura 27 Tolva diseñada de la sembradora

Vista frontal de tolva de sembradora de ajonjolí



Fuente: Autores del proyecto

Los ángulos de salida de la tolva, deben contar con la suficiente inclinación para que el flujo de la semilla se dé de manera constante hacia el dosificador cumplir las funciones siguientes:

1. Que sea desmontable para su limpieza y mantenimiento.
2. Que se pueda fijar apropiadamente a la máquina dosificadora, para garantizar una alimentación continua a esta.

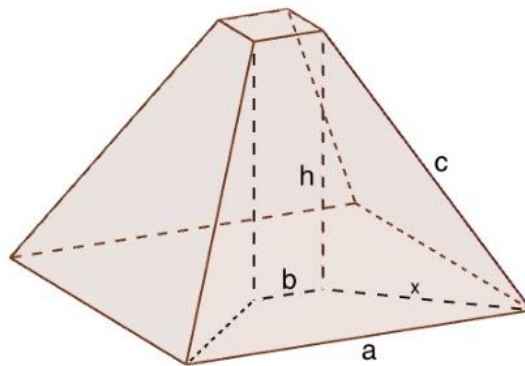
3. Dentro de la tolva el producto debe tener un flujo constante que facilite su Evacuación.

Para el diseño de la tolva hemos averiguado el peso de las semillas en promedio y el terreno en el cual son sembradas las semillas, según datos se requieren de 6 a 7 kg de semilla por hectárea. El peso de mil semillas varía de dos a tres gramos y un litro de semillas pesa de 600 a 650 gramos.

La densidad es aproximadamente con esta información de 0.61 kg/m^3 , lo que arroja que para tres hectáreas serían necesarias unas 21 kilogramos, por lo que la capacidad de la tolva está en el rango de aceptable.

Lo que podemos demostrar calculando el volumen de la tolva de nuestra propuesta.

Figura 28 Geometría de la tolva



La tolva tendrá una forma geométrica de una pirámide truncada proyectistas

La geometría se obtuvieron con la ayuda del Software AUTOCAD 2D 2018, en este caso son las siguientes:

$$A_1 = 0.101124 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 0.042004 \text{ m}^2$$

$$h = 0.25 \text{ m}$$

El volumen de la tolva se obtuvo con la siguiente ecuación:

$$V_t = \frac{h}{3} (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 * A_2}) \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

A₂: Área en vista de perfil de la tolva

A₁: Área en vista de planta de la tolva

h: Altura de la tolva

$$Vt = \frac{0.25}{3} (0.101124 + 0.042004 + \sqrt{0.101124 * 0.042004})$$

$$Vt = 0.01735 \text{ m}^3$$

La tolva llena a su capacidad puede sembrar 4.57 hectáreas y se recomienda. El material con que se fabricara la tolva será, acero galvanizado calibre 20 espesor de 2 mm de 5.71 kg (ACEROS, 2010).

4.5 Selección y diseño de la herramienta de corte

Para la selección de la herramienta de corte debemos tener en cuenta los distintos tipos que existen y cuál es el más indicado para nuestro diseño.

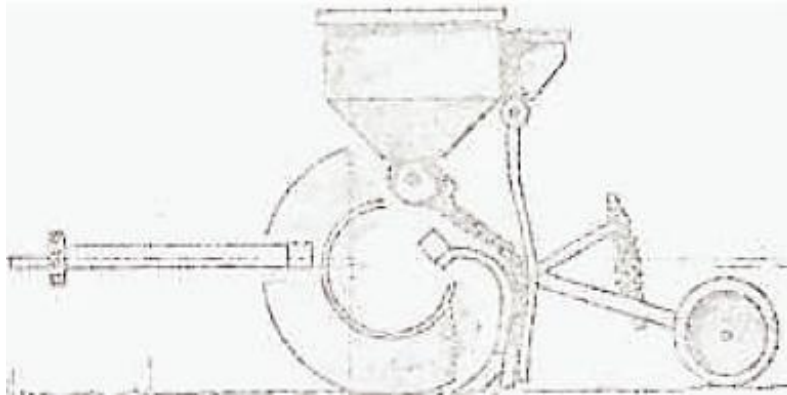
A continuación veremos los distintos tipos de abre surcos existentes:

4.5.1 Abre surcos fijo tipo zapata:

Este tipo de herramientas de corte permiten arar la tierra a profundidades de 25 a 50 cm con un ancho de 5 a 7 cm, que la semilla sea depositada en el fondo del surco, esta tipo de abridor de surcos logra que la semilla sea cubierta de tierra debido al movimiento que ofrece el diseño de la misma. Tiene como desventajas el poder drenar el agua en tiempo de invierno lo que genera que algunas semillas no germinen por anegamiento.

Los inconvenientes anteriores se previenen con sistemas provistos de cobertura y compactación de las semillas. Generan poca falla en la maquina debido al acoplamiento a esta (Moran & Miranda, 2008).

Figura 29 Abre surcos tipo zapata

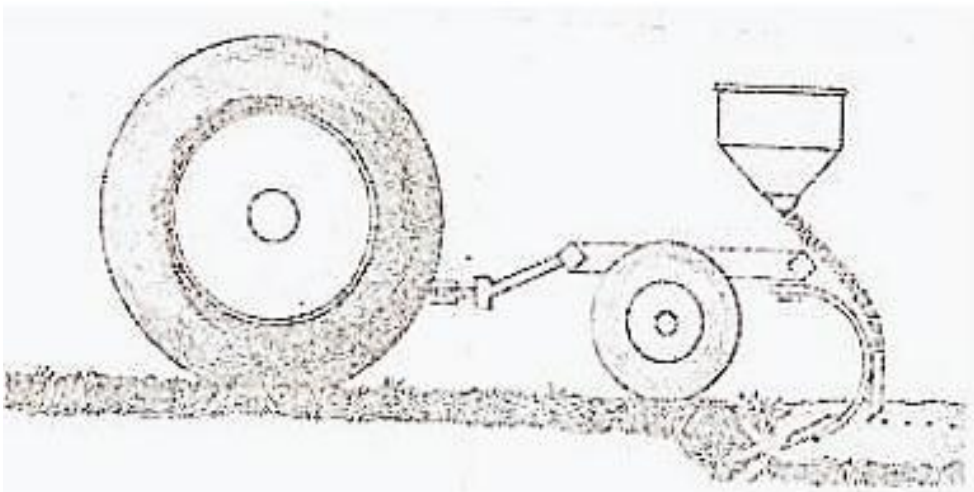


Fuente: (Moran & Miranda, 2008)

4.5.2 Tipo cincel:

Es muy similar a la herramienta de corte expuesta anteriormente dadas las condiciones del terreno y vegetación, esta herramienta permite depositar la semilla como el fertilizante en el fondo del surco, no se puede definir satisfactoriamente el surco ni la profundidad de la semilla. La mayor diferencia radica en el ancho de corte, la profundidad y velocidad con que se realiza el mismo. (Moran & Miranda, 2008, pág. 34)

Figura 30 Abre surcos tipo cincel

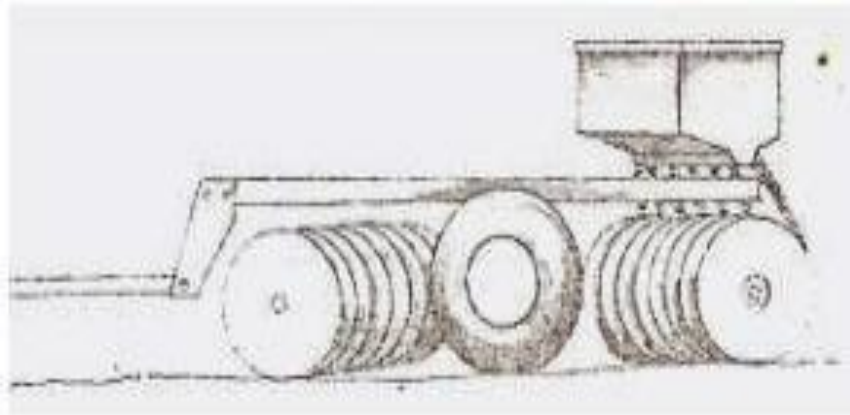


Fuente: (Moran & Miranda, 2008)

4.5.3 Rastra de discos:

Esta herramienta de corte permite un laboreo de tipo variable, según el disco. Como desventaja presenta una masiva extracción de la superficie sobre la que trabaja, en algunos casos la extracción del material alcanza el 100% de la superficie trabajada, lo que produce mala germinación. Para corregir dicho problema se debe ajustar el cruce de los discos, ya que así se desplazan volcando y cortando la menor cantidad de tierra posible. (Moran & Miranda, 2008)

Figura 31 Abre surcos rastra de discos

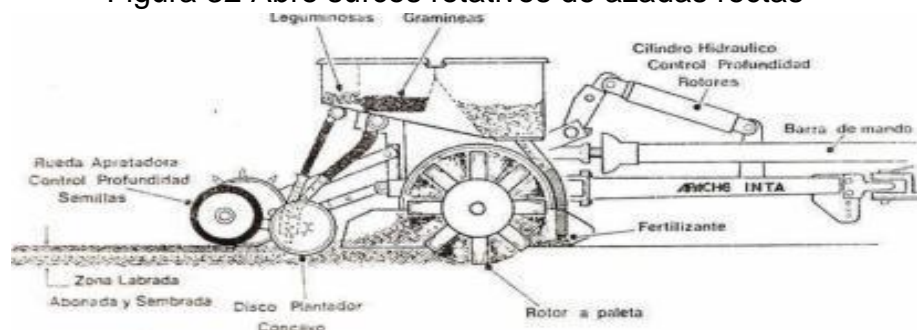


Fuente: (Moran & Miranda, 2008)

4.5.4 Abridores de surco rotativos de azadas en “L”:

Este tipo de herramienta requiere de un eje portador que permite la sujeción de varias cuchillas en forma de L lo que le permite ser más eficiente ya que en solo una pasada de esta herramienta se rotura y pulveriza el suelo, como desventaja principal está el consumo de energía ya que se debe utilizar mayor potencia para realizar un trabajo eficiente (Moran & Miranda, 2008).

Figura 32 Abre surcos rotativos de azadas rectas



Fuente: (Moran & Miranda, 2008)

Abre surcos de canilla:

Esto son los más utilizados debido a su fácil construcción e implementación, su baja economía y alta resistencia los hacen elementos esenciales en las herramientas de subsolado. Además su bajo consumo energético los hace menos eficientes en el gasto económico.

➤ Existen tres tipos de canilla:

Canilla recta: Posee forma de L con la cual se perfora la tierra para el arado, es muy rígida y resistente, su desventaja es la alta resistencia al movimiento, ya que dependiendo de la profundidad existe mayor resistencia con el suelo.

Canilla recta a 110°: Presenta condiciones similares a la canilla recta simple con la única diferencia de los 110° de inclinación que posee lo que la hace oponer menor resistencia al movimiento.

Canilla curva: Es prácticamente una herramienta de arado similar a la de tipo cincel pero con una curvatura en su cuerpo más pronunciada lo que le permite mayor agarre en el suelo.

Figura 33 Canillas para subsolador, recta curva y a 110°



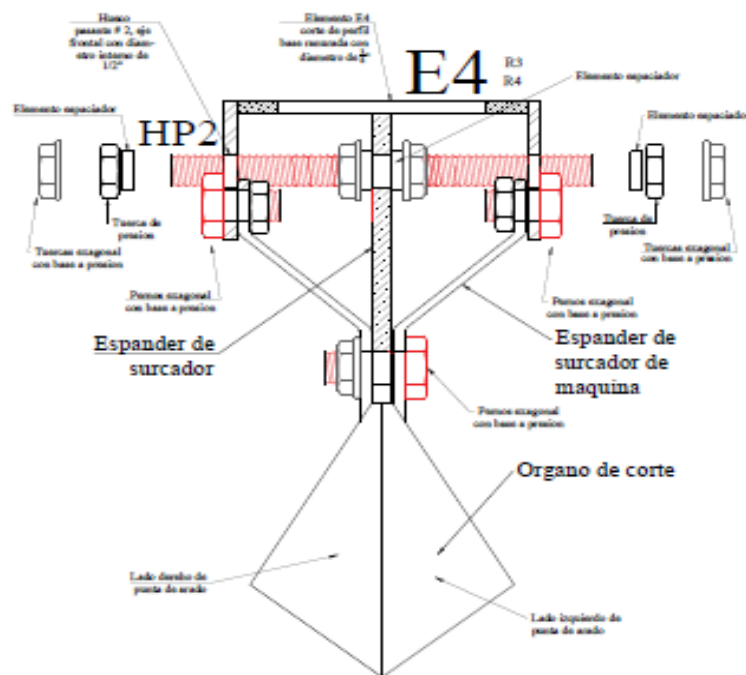
Fuente:(Colmenares & Rivera, 2004)

Luego de observar los tipos de herramienta de corte para el arado del terreno seleccionamos la herramienta de corte similar a una canilla recta debido a su fácil construcción e implementación, además de que requiere menor consumo energético o potencia para ser utilizado esto en comparación con las demás opciones.

Se presenta el esquema de la cuchilla propuesta.

Figura 34 Diseño geométrico de la cuchilla abridora de surco

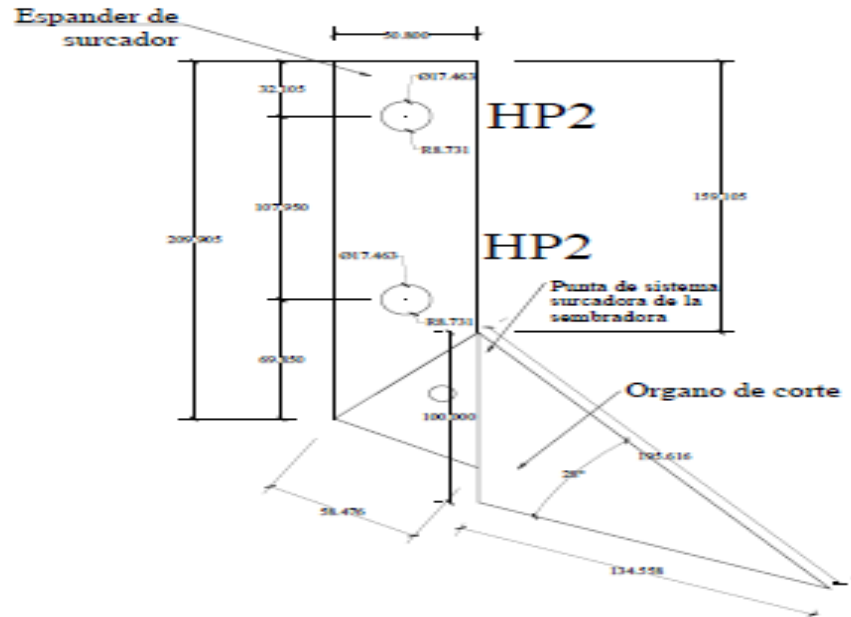
Vista frontal de sistema de surcador de sembradora



Fuente: Autores del proyecto

Figura 35 Perfil de la cuchilla de corte

Vista de perfil de surcador de con manillar o expandor



Fuente: Autores del proyecto

Para determinar la resistencia que opone el suelo a la cuchilla debemos efectuar los cálculos de la siguiente ecuación:

$$R_s = F_s + F_a + F_w \quad \text{Ecuación 2}$$

Dónde:

R_s : Resistencia del suelo a la cuchilla.

F_s :Fuerza de corte para perforar la tierra.

F_a :Fuerza de aceleración, para acelerar la porción de tierra.

F_w :Fuerza de fricción, entre la tierra y el metal.

Calculando la fuerza de corte para perforar la tierra.

Dónde:

1. F_s es la Fuerza específica es kgf/m

$$F_s = C_s * b \quad \text{Ecuación 3}$$

Dónde:

Cs: Fuerza específica de corte en Kg.f/m

b :Ancho de la cuchilla en (metros)

Cs: 75 kg.f/m tomado de (mejia, 1985.pag.125)

Teniendo el valor del ancho de la cuchilla de 127 mm o 0.127 m se calculó la fuerza específica con la anterior

b:127 mm=0.127 m

$$F_s = 75 * 0.127 = 9.525 \text{ kg.f}$$

$$F_s = 9.525 \text{ kg.f} * \left(\frac{9.8 \text{ N}}{1 \text{ kg.f}} \right) = \mathbf{93.345 \text{ N}}$$

2. Calculando la fuerza de aceleración, para acelerar la porción de tierra

$$F_a = m * a = \frac{G}{g} * a \text{ [Kg.f]} \quad \text{Ecuación 4}$$

Dónde:

G : Peso en Kg.f de la porción de tierra cortada por la cuchilla

g: Aceleración de la gravedad 9.8 m/s²

A : Aceleración en metros por segundo

$$G = i * d * b * w \quad \text{Ecuación 5}$$

Teniendo en cuenta que:

$$i = \frac{60 * V_m}{m.*n} \quad \text{Ecuación 6}$$

Reemplazando este dato en la ecuación anterior:

$$G = \frac{60 * V_m}{m.*n} * d * b * w \text{ [Kg.f]} \quad \text{Ecuación 7}$$

Dónde:

W :Peso específico de la tierra en Kg.f/m³

$$a = \frac{V_c}{t} \text{ m/s}^2 \quad \text{Ecuación 8}$$

V_m : Velocidad media de la máquina en m/s (1m/s)

V_c : Velocidad de la tierra al salir de la cuchilla

$V_c : 0.75V_r$ [m/s²] tomado de (Mejía 1985)

b : Ancho cuchilla en m (metros)

d : Profundidad de trabajo en metros (2 cm)

t :Tiempo en segundos en el cual la cuchilla pasa por la zona de corte.

$$t = \frac{\gamma}{2\pi} * \frac{60}{n} [s] \quad \text{Ecuación 9}$$

Reemplazando datos en la aceleración obtenemos:

$$a = 0.008r * n^2 * \frac{1}{\gamma} [m/s^2] \quad \text{Ecuación 10}$$

Dónde:

γ : Angulo de incidencia de la cuchilla de corte

d : Profundidad de trabajo en metros

b . Ancho cuchilla en metros

γ : 128°

Reemplazando todos los datos en la ecuación de la fuerza de aceleración obtenemos:

$$F_a = 0.05 * V_m * d * b * w * n * \frac{1}{\gamma * m}. [Kg.f] \quad \text{Ecuación 11}$$

Dónde:

V_m :Velocidad media de la maquina en m/s (1m/s)

d .Profundidad de trabajo en metros (0.02)

b :Ancho cuchilla en metros (0.127m)

m :Número de cuchillas (1)

n :Revoluciones (56.15 rpm)

γ .Ángulo de incidencia en radianes (1.884 rads)

W :Peso específico de la tierra en kg/m³)

W :2200 kg/m³ (Moran & Miranda. 2008 pág. 64)

Reemplazando todos los datos:

$$F_a = 0.05 * 1 * 0.02 * 0.127 * 2200 * 56.15 * \frac{1}{1.884} = 8.33 \text{ kg.f}$$

$$F_a = 8.33 \text{ kg.f} * \left(\frac{9.8N}{1 \text{ Kg.f}} \right) = 81.634 \text{ N}$$

3. Calculando la fuerza de fricción, entre la tierra y el metal

$$F_w = F_c * C_f \text{ [Kg.f]} \quad \text{Ecuación 12}$$

Dónde:

C_f : Coeficiente de fricción entre la tierra y el metal el cual se obtiene de estudios de la tierra

F_c : Fuerza centrífuga promedio Kg.f

El cálculo de la fuerza centrífuga se realiza de la siguiente manera:

$$F_c = 0.0185 * V_m * d * b * w * n * \frac{1}{m} \text{ [Kg.f]} \quad \text{Ecuación 13}$$

Al reemplazar en la ecuación de fuerza de fricción resulta la siguiente ecuación:

$$F_w = \left[0.0185 * V_m * d * b * w * n * \frac{1}{m} \right] * C_f \text{ [Kg.f]} \quad \text{Ecuación 14}$$

Dónde:

V_m : Velocidad media de la maquina en m/s (1m/s)

d : Profundidad de trabajo en metros (0.02m)

b : Ancho cuchilla en metros (0.127m)

m : Número de cuchillas (1)

n : Revoluciones (56.15 rpm)

w : Peso específico de la tierra en Kg/m³

w :2200 kg/m³

Cf: 0.7

Cuadro 15 Fricción del suelo con el material respecto al tipo de suelo

Tipo de suelo	Energía específica [N/mm ²]	Fricción unitaria
Suelos livianos	0.0205947 – 0.0411894	0.21 – 0.42
Suelos francos	0.0343245 – 0.0617841	0.35 – 0.63
Suelos arcillosos	0.0549192 – 0.0987	0.56 – 1.00

Fuente: (Zapata. 2015. Pág. 97)

Reemplazando todos los datos en la ecuación de la fuerza de fricción, produce el siguiente resultado:

$$F_w = [0.0185 * 1 * 0.02 * 0.127 * 56.15 * 2200 * 1] * 0.7 = 4.063 \text{ kg.f}$$

$$F_w = 4.063 \text{ kg.f} * \left(\frac{9.8 \text{ N}}{1 \text{ Kg.f}} \right) = 39.82 \text{ N}$$

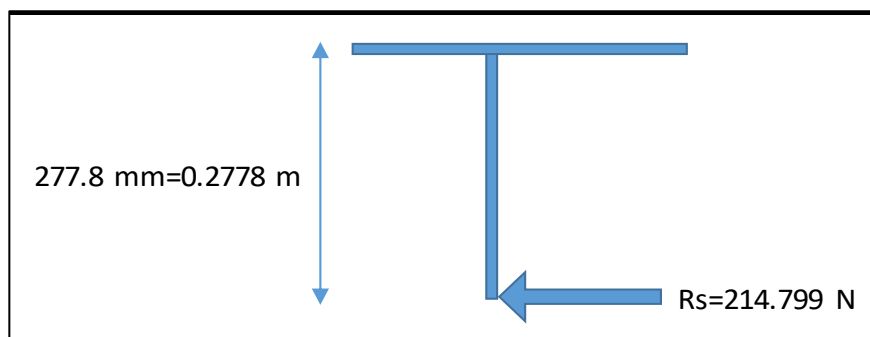
Sumando todas las fuerzas obtenidas logramos identificar las fuerzas que se debe aplicar para que la cuchilla rompa el suelo.

Aplicando la ecuación No 2 se obtiene el resultado de la resistencia del suelo a la cuchilla.

$$R_s = 93.345 \text{ N} + 81.634 \text{ N} + 39.82 \text{ N} = 214.799 \text{ N}$$

4.6 Análisis de esfuerzo de la cuchilla diseño geométrico cuando penetra el suelo

Figura 36 Momento flector y diseño geométrico



Fuente: Autores del proyecto

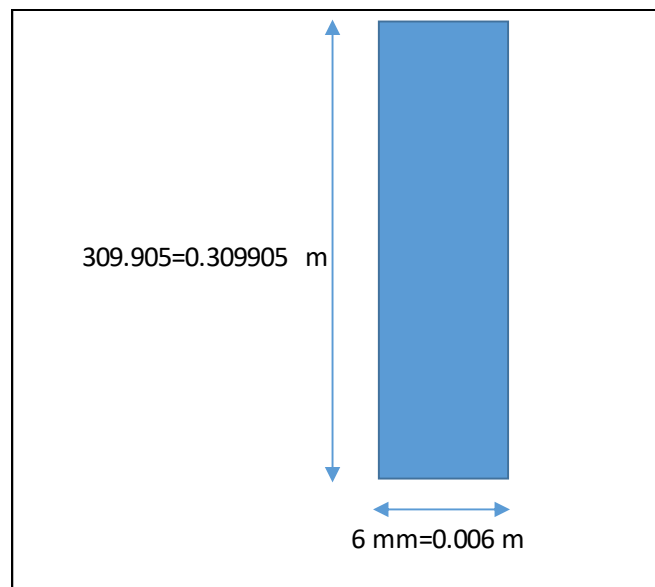
Momento es igual a la distancia de donde está el surcador empernado a la parte de corte de la cuchilla por lo que se tiene lo siguiente:

$$M = 214.799 \times 0.2778 \text{ m} = \mathbf{59.671 \text{ N.m}}$$

4.7 Momento de inercia sección A-A

La geometría de la sección se obtuvo con la ayuda del Software AUTOCAD 2D 2018

Figura 37 Sección A-A



Fuente: Autores del proyecto

$$I = \frac{bh^3}{12} \quad \text{Ecuación 15}$$

Aplicando la ecuación anterior se obtiene el cálculo del momento de inercia:

$$I = \frac{(0.06) * (0.309905)^3}{12} = 148.8181 \times 10^{-6} m^4$$

Esfuerzo máximo a la flexión:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{fr} * y}{I} \quad \text{Ecuación 16}$$

$$\sigma_{max} = \frac{59.671 \text{ Nm} * 0.1549525 \text{ m}}{148.8181 \times 10^{-6} m^4} = 62130.6859 \text{ Pa}$$

$$\sigma_{max} = 0.062130 \text{ Mpa}$$

Esfuerzo medio y de amplitud:

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{max}}{2} \quad \text{Ecuación 17}$$

$$\sigma_m = \frac{0.062130 \text{ Mpa}}{2} = 0.031065 \text{ Mpa} = \sigma_m = \sigma_a$$

4.8 El sistema de sujeción de la cuchilla

Estará dado por pasadores de fácil desmontaje y montaje para que permitan variar la profundidad de la cuchilla, para los dos tipos de cultivos que ha sido diseñada. No se realiza cálculos para la profundidad de la siembra del frijol debido a que el factor de diseño está elevado lo que nos permite asegurar que el mismo material soportara los 2 cm más de profundidad al cual se someterá la cuchilla.

4.9 Diseño de los pasadores:

La fuerza que soportara cada pasador será la fuerza que ejerce la cuchilla sobre la tierra que se halló anteriormente en el diseño de la cuchilla, esta fuerza será dividida en 2 pasadores que sujetaran la cuchilla al chasis.

Diseño de pasadores:

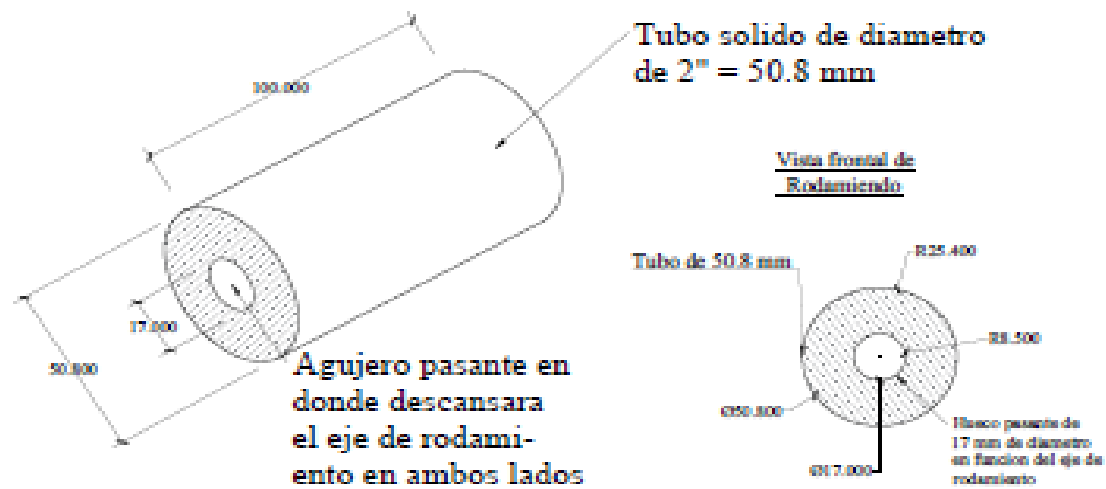
$$F_P = \frac{R_s}{2} \quad \text{Ecuación 18}$$

$$F_P = \frac{214.799 \text{ N}}{2} = 107.3995 \text{ N}$$

La fuerza que soportará cada pasador será de 107.3995 N

Se muestra pasador, una de las dos opciones que se pueden utilizar en el modelo

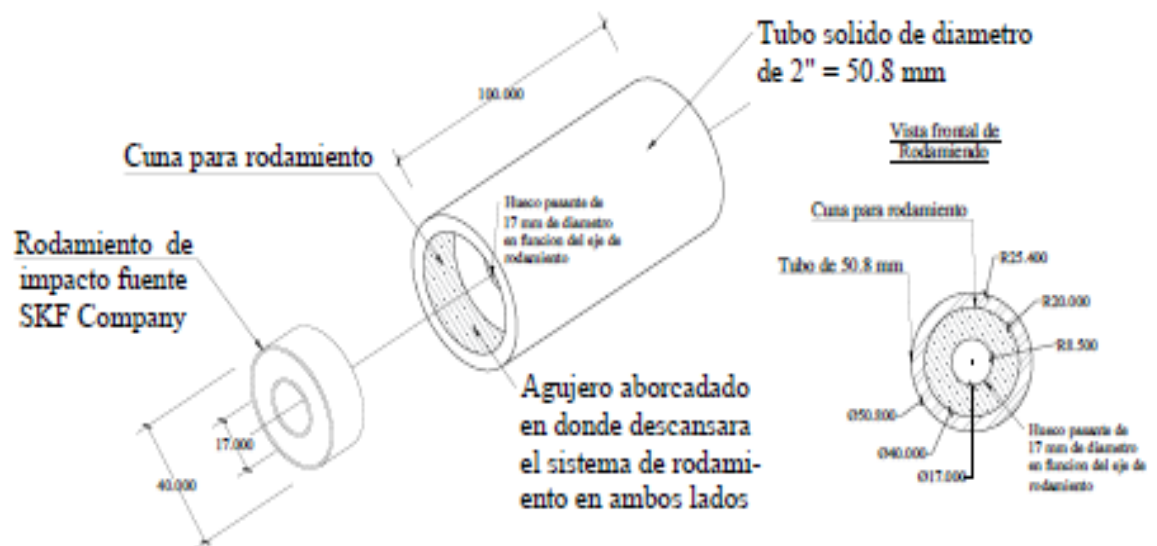
Figura 38 Diseño de pasador



Fuente: Autores del proyecto

Opción número dos

Figura 39 De pasador opción .2



Fuente: Autores del proyecto

Para el diseño del eje seleccionamos el material acero AISI 1020 CD (Budynas & Nisbett, 2008, pág. 1004) con un capacidad de cizallamiento de S_y de 390 Mpa, muy por encima para de la carga que soportara la sembradora en los pasadores.

4.10 Diseño del chasis

Para la estructura del chasis investigamos que tipos de elementos pueden servir para poder diseñarla, entre los cuales destacaron los siguientes perfiles:

- **Perfil tubular:** Es el perfil más moderno con estructura circular que remplaza en muchas características a los demás perfiles, es una estructura más liviana por ser hueca en su interior con gran capacidad de resistencia a la tracción, torsión y compresión en todas sus direcciones. (tubulares, 2010).

Figura 40 Perfil tubular



Fuente: (Laura, 2014)

- **Perfil cuadrado:** Este tipo de perfil es muy similar al circular o tubular ya que posee gran resistencia a la torsión, compresión y flexión, sumándole a ello su gran capacidad para soportar el pandeo en estructuras compuestas. Se utilizan mucho en edificaciones y construcción.

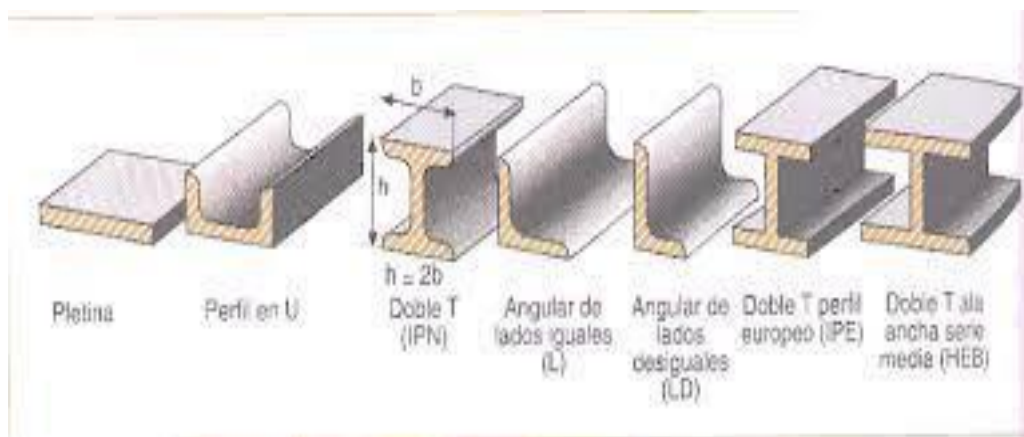
Figura 41 Platina de acero



Fuente: (COTRESA, 2017)

- **Perfiles en U, L, I:** Son los más convencionales en la industria, son capaces de soportar muchas cargas en diferentes condiciones, ideales para la construcción de estructuras metálicas livianas y pesadas, donde las partes van unidas por soldadura o empernadas y son capaces de soportar esfuerzos dinámicos. También son empleados en elementos de menor sollicitación, como soportes, marcos, muebles, barras de empalme y ferretería eléctrica en general. (Jacqueline, 2012)

Figura 42 Perfiles en U L I.



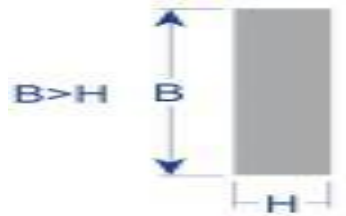
Fuente: (ACEROS, 2010)

Para la estructura del chasis seleccionamos platinas ya que por su forma es más liviana que los demás materiales además nos permite una mejor sujeción de los elementos que eran acoplados a ella:

4.10.1 Platina seleccionada para el diseño del chasis

Platina de acero con dimensiones de altura $B = 1.5 \text{ in} = 3.81 \text{ cm}$ y espesor

Figura 43 Perfil de platina

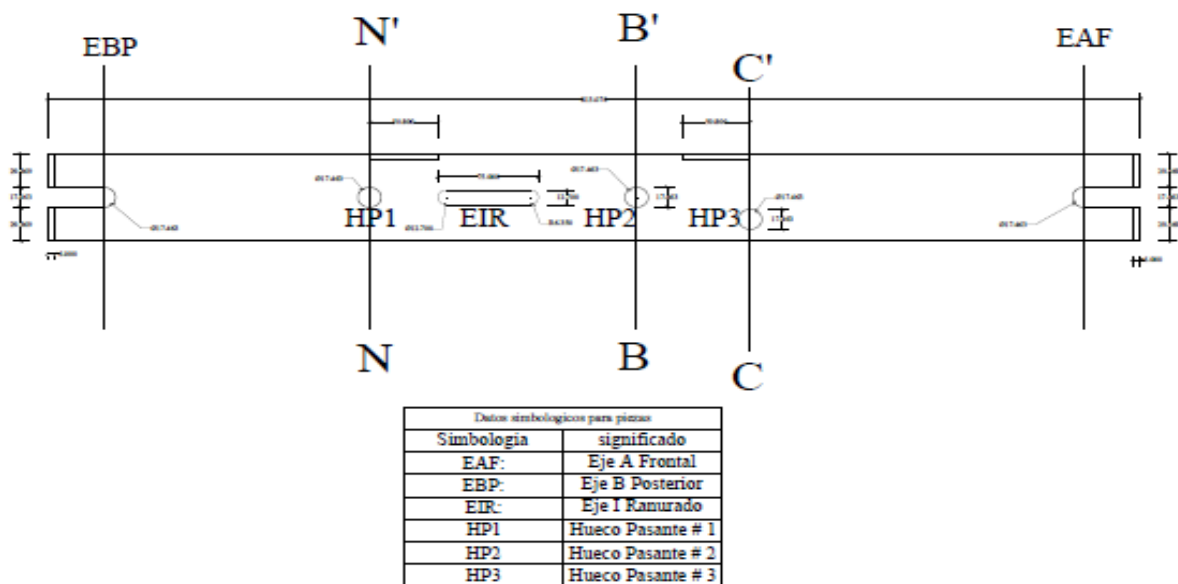


Fuente: (STECKERL HIERROS Y ACEROS, 2010)

Primero calcularemos el peso de la estructura del chasis y para ello debemos saber el volumen máximo que ocupa y la densidad del material que está hecho para poder calcular la masa del mismo.

Figura 44 Chasis perfil lateral

Vista de perfil de shasis de sembradora



.Fuente: Autores del proyecto

4.10.2 Cálculo del volumen de la estructura

$$V = B * H * L$$

Ecuación 19

$$V = 0.6 \text{ cm} * 7.62 \text{ cm} * 81.307 \text{ cm}$$

$$V = 371.7356 \text{ cm}^3$$

Densidad del acero:

$$\rho = 7.85 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

4.10.3 Cálculo del peso de la estructura

$$P = V * \rho \quad \text{Ecuación 20}$$

$$P = 371.7356 \text{ cm}^3 * 7.85 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

$$P = 2918.1244 \text{ gr} = 2.9181 \text{ Kg}$$

Pero como solo se calculó media parte de la estructura debemos multiplicar por dos y sumar el peso de la estructura que refuerza el chasis que será aproximadamente de 0.5Kg.

$$P = (2.9181 \text{ Kg} * 2) + 1 \text{ Kg} = 6.8362 \text{ Kg}$$

$$P = 6.8362 \text{ Kg} * 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$P = 66.9947 \text{ N}$$

Para emprezar los calculos de la viga debemos tener el peso que soportara el momento que se genera la cuchilla abridora de surco ademas de la estrcutura se ubicaran una carga puntual de 30 kg maximo sobre lña estrcutura para el diseño, esto teniendo en cuante el peso del grano que se encuantra sobre la tolva.

$$C_p = P_t + P \quad \text{Ecuación 21}$$

Dónde:

C_p: Carga puntual

P_t: Peso de la tolva con el grano incluido

P: Peso de la estructura

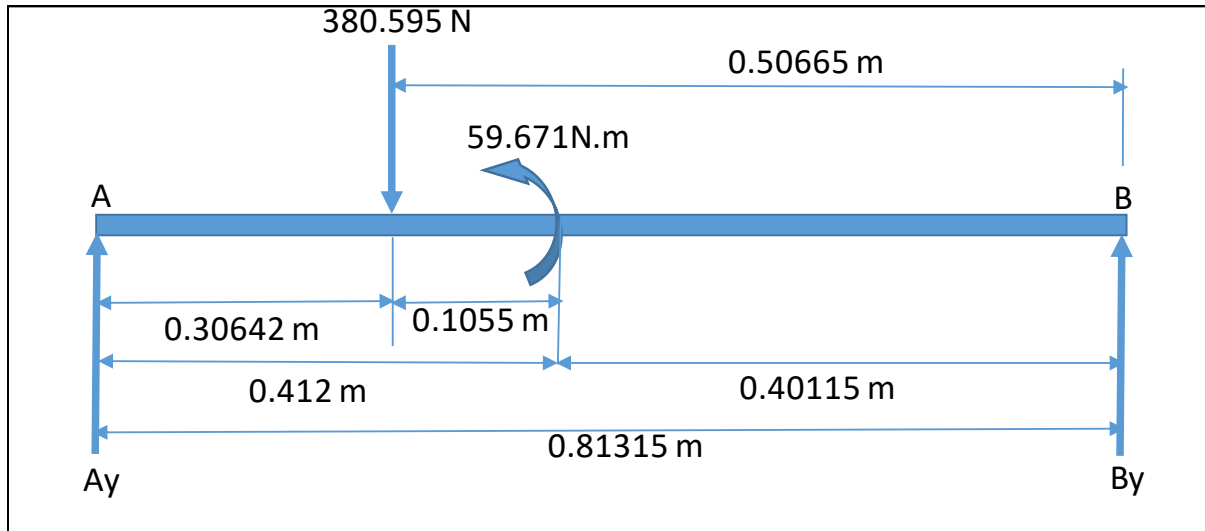
$$C_p = (32 \text{ Kg} + 6.8362 \text{ Kg}) * g$$

$$C_p = 38.8362 \text{ kg} * 9.8 \frac{m}{s^2} = 380.595 \text{ N}$$

$$C_p = \frac{380.595 \text{ N}}{2} = 190.30 \text{ N}$$

4.10.4 Cálculo del análisis estático del chasis

Figura 45 Vista lateral del chasis analizado como una viga



Fuente: Autores del proyecto

$$\sum M_A = 0; 59.671 - 0.30642 \times 380.595 + 0.81315 B_y = 0$$

$$59.671 - 116.6219 + 0.81315 B_y = 0$$

$$-56.9509 + 0.81315 B_y = 0$$

$$0.81315 B_y = 56.9509$$

$$B_y = \frac{56.9509}{0.81315}$$

$$B_y = 70.03 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$A_y + B_y - 380.595 = 0$$

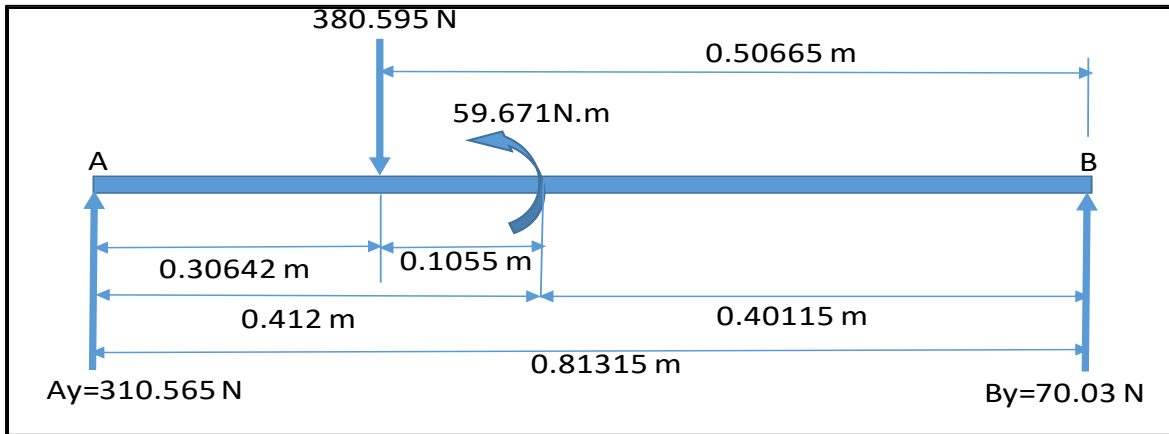
$$A_y + 70.03 - 380.595 = 0$$

$$A_y - 310.565 = 0$$

$$A_y = 310.565 \text{ N}$$

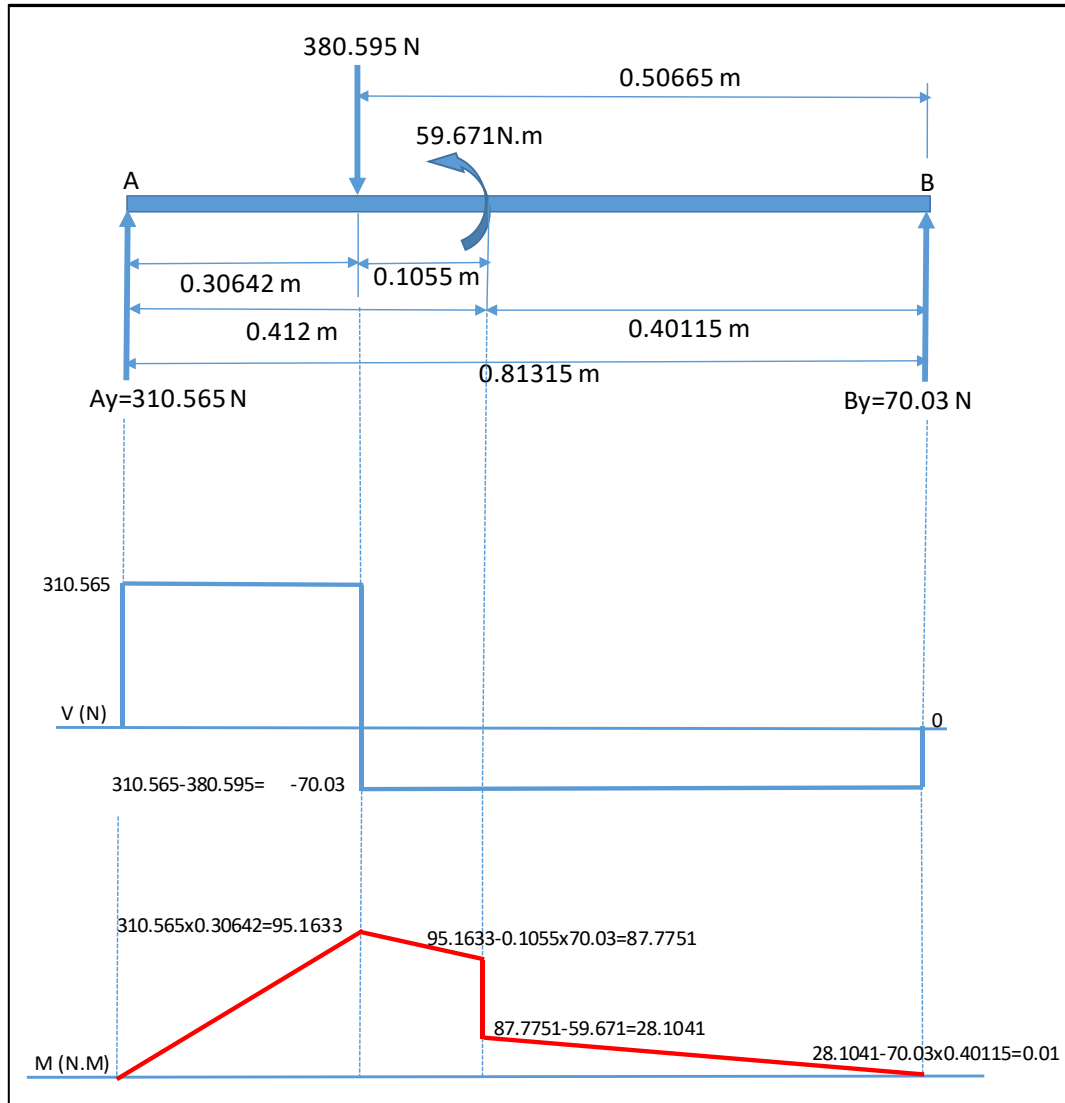
En la siguiente figura se muestran los resultados de las reacciones A_y y B_y que se calcularon anteriormente.

Figura 46 Resultados de las reacciones de la viga



Fuente: Autores del proyecto

Figura 47 Diagrama de momentos y cortantes aplicando el método de la suma



Fuente: Autores del proyecto

Del diagrama de momento y cortante se obtuvieron los siguientes resultados:

$$V_{\max} = 310.565 \text{ N.m}$$

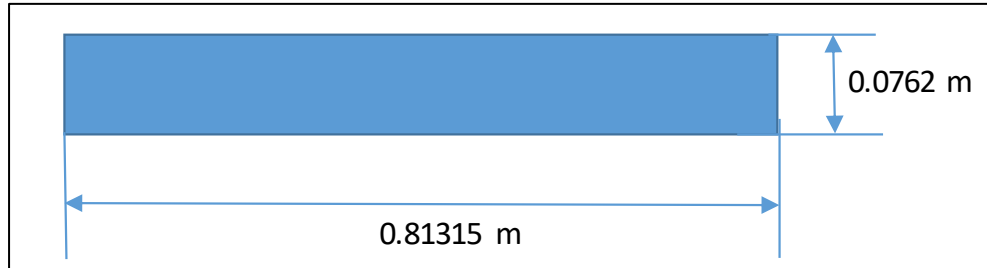
$$M_{\max} = 95.1633 \text{ N.m}$$

$$M_{\min} = 28.1041 \text{ N.m}$$

Para calcular la resistencia a la flexión debemos conocer el momento de inercia en este caso es el de un rectángulo. Y también el módulo de elasticidad para los aceros.

$$E = 200 \text{ Gpa} = 200 \times 10^9 \text{ N/m}^2$$

Figura 48 Sección geométrica del chasis



Fuente: Autores del proyecto

$$I = \frac{1}{12} b * h^3$$

Aplicando la ecuación anterior se tiene el cálculo de la inercia del chasis

$$I = \frac{1}{12} * 0.81315 * 0.0762^3$$

$$I = 29.9816 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$M_{\text{max}} = 95.1633 \text{ N.m}$$

$$M_{\text{min}} = 28.1041 \text{ N.m}$$

$$I = 29.9816 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

Reemplazando datos en la ecuación de esfuerzo por flexión se obtiene los siguientes resultados:

Cálculo del centroide del chasis

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y_i A_i}{\sum A} \quad \text{Ecuación 22}$$

De la ecuación anterior se tiene lo siguiente:

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y_i A_i}{\sum A} = \frac{(0.0762/2) \times (0.81315 * 0.0762)}{(0.81315 * 0.0762)} = 0.0381 \text{ m}$$

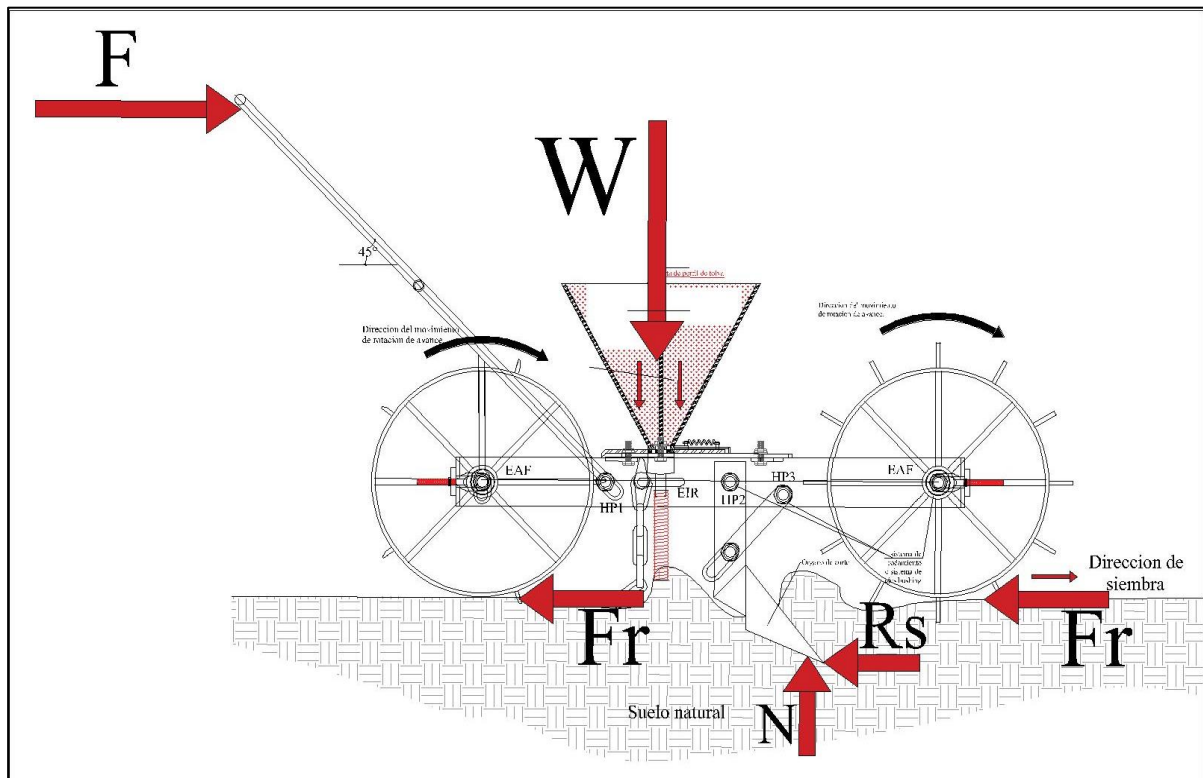
$$\sigma_{max} = \frac{M_{Max} * y}{I} = \frac{95.1633 \text{ N.m} * 0.0381 \text{ m}}{29.9816 \times 10^{-6} \text{ m}^4} = 120931.5624 \text{ Pa}$$

$$\sigma_{min} = \frac{M_{Min} * y}{I} = \frac{28.1041 \text{ N.m} * 0.0381 \text{ m}}{29.9816 \times 10^{-6} \text{ m}^4} = 35714.1117 \text{ Pa}$$

4.11 Cálculo de la potencia y aceleración

En la siguiente figura se pueden apreciar las fuerzas que actúan en la sembradora en el momento de desarrollar la labor de siembra.

Figura 49 Diagrama de cuerpo libre de la sembradora



Fuente: Autores del proyecto

4.12 Análisis de fuerza

$$\uparrow \Sigma F_y = 0$$

$$N - W - F_{sen45} = 0$$

$$N = W + F_{sen45}$$

$$\leftarrow \Sigma F_x = 0$$

$$2F_r - R_s + F \cos 45 = ma$$

$$\text{Recordando que } F_r = \mu N$$

$$2(\mu W + \mu F \sin 45) - R_s + F \cos 45 = ma$$

$$2\mu W + 2\mu F \sin 45 - R_s + F \cos 45 = ma$$

$$2\mu F \sin 45 + F \cos 45 = -2\mu W + R_s + ma$$

$$F(2\mu \sin 45 + \cos 45) = -2\mu W + R_s + ma$$

$$F = \frac{-2\mu W + R_s + ma}{2\mu \sin 45 + \cos 45}$$

$$a = \omega^2 * r$$

$$a = \left(5.656 \frac{\text{rad}}{\text{s}}\right)^2 * 0.1768 \text{ m}$$

$$a = 5.65 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Datos:

$$\mu = 0.7$$

$$R_s = 214.799 \text{ N}$$

$$m = C_p = 38.8362 \text{ kg}$$

$$W = 380.5948 \text{ N}$$

$$a = 5.65 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Reemplazando los datos en la fórmula

$$F = \frac{-2 * 0.7 * 380.5948 \text{ N} + 214.799 \text{ N} + 38.8362 \text{ Kg} * 5.65 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{2 * 0.7 \sin 45 + \cos 45}$$

$$F = \frac{-532.8327 + 214.799 + 219.424}{0.989 + 0.707} = \frac{-532.8327 + 443.223}{1.696} = \frac{-89.6097}{1.696} = -52.835 \text{ N}$$

$$F = -52.835 \text{ N}$$

4.13 Cálculo de la potencia

$$P_t = F * V$$

$$P_t = 52.835 \text{ N} * \frac{1m}{s} = \mathbf{52.835 \text{ watt}}$$

$$P_t = 52.835 \text{ watt} * \left(\frac{0.00134 \text{ Hp}}{1 \text{ watt}} \right) = \mathbf{0.0708 \text{ Hp}}$$

4.14 Cálculo de la potencia de diseño

$$H_d = P_t * f_s$$

Dónde:

H_d: Potencia de diseño

P_t: Potencia transmitida

f_s: Factor de diseño = 1.2

$$H_d = 0.0708 \text{ Hp} * 1.2 = \mathbf{0.085 \text{ Hp}}$$

Teniendo la velocidad que maneja la máquina que es de 1 m/s podemos averiguar sus revoluciones

$$V_1 = \frac{1m}{s} * \left(\frac{1km}{1000m} \right) * \left(\frac{3600s}{1h} \right)$$
$$V_1 = 3.6 \text{ km/h}$$

Para la rueda motriz seleccionamos un diámetro de 34 cm

$$\theta = 35.36 \text{ cm}$$

$$r = 17.68 \text{ cm} = 0.1768 \text{ m}$$

Ahora calculamos la velocidad angular y la rpm a las cuales estará sometida la rueda de tracción.

$$\omega_1 = \frac{V_1}{r}$$

$$\omega_1 = \frac{1m/s}{0.1768m} = 5.656 \frac{rad}{s}$$

Cálculo de las rpm de la rueda de tracción

$$n_1 = \frac{60\omega_1}{2\pi} = \frac{60 * 5.656}{2\pi} = 54.010$$

$$n_1 = 54.010 \text{ rpm}$$

Se propuso un n de 56.15 rpm y en los cálculos anteriores se observa que solo se requiere n de 54.010 rpm.

- **Cadena tapadora de surco:** Este elemento es una cadena simple, encargada de contribuir al cierre del surco abierto por la herramienta de corte, para poder tapar la semilla que previamente ha sido depositada por el dispensador. Esta función es fundamental para proteger la semilla de la intemperie y garantizar su germinación.

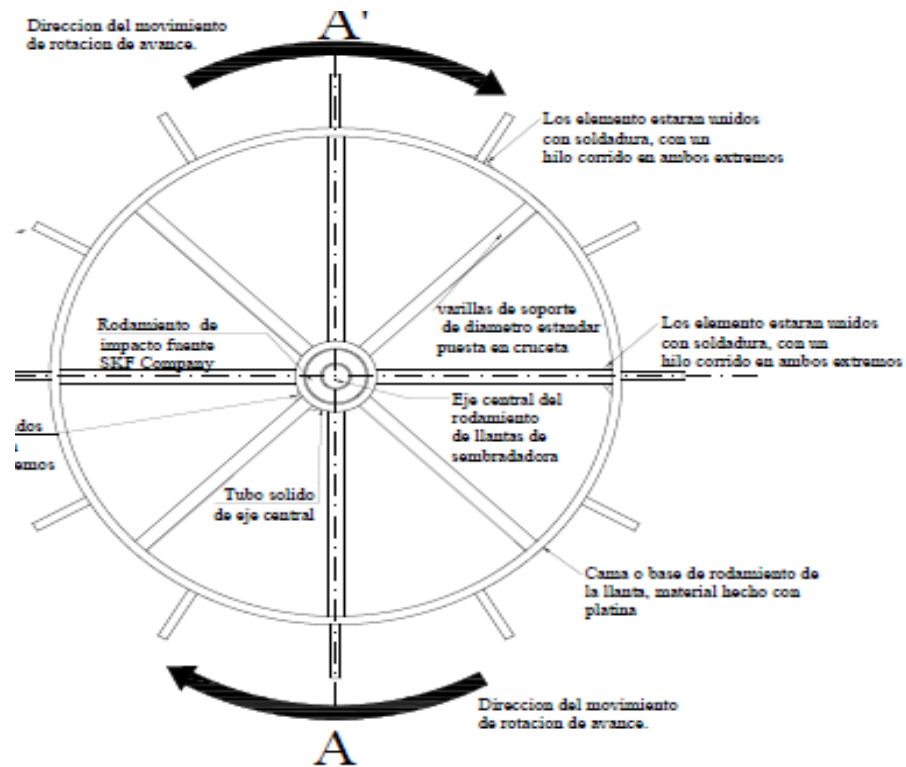
Figura 50 Cadena tapadora de surco



Fuente. Autores del proyecto

- **Llanta compactadora:** Este elemento es el último que interfiere en el proceso de sembrado ya que se encarga de dar una pequeña presión a la tierra ubicada encima de las semillas, tierra que ha sido depositada por la cadena tapadora de surco, y así completar el trabajo de compactación de la semilla en el surco para su debido proceso de germinación. Las dimensiones de esta llanta son las siguientes: 34 cm de diámetro con un espesor de 18 cm en el rin.

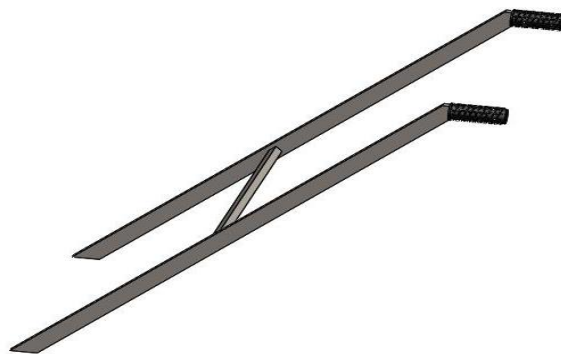
Figura 51 Diseño de la ruedas motrices delantera de la máquina



Fuente. Autores del proyecto

Manubrio: elemento requerido para poder controlar la sembradora, tiene un largo máximo de 1.2 m y en la parte superior el manubrio tiene 25 cm entre manillares.

Figura 52 Manubrio

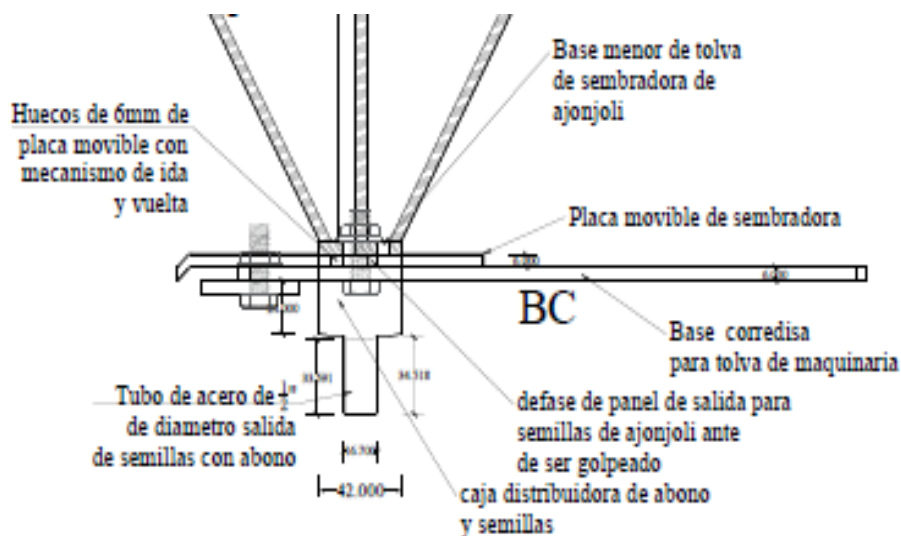


Fuente: Autores del proyecto

4.15 Selección del sistema dosificador

Para seleccionar el sistema dosificador nos basamos en la información obtenida previamente ya que gracias a esta descartamos sistemas como son los dosificadores neumáticos, esto debido a que es muy costosa su implementación, al igual que los dosificadores centrífugos. También desechamos sistemas como los dosificadores de cucharas, dosificador de cilindros acanalados y dentados, ya que estos sistemas dañan la estructura de la semilla. Y el dosificador por cintas de semillas se descartó debido a que es utilizado para macro cultivos y no encaja con el diseño de la sembradora seleccionado. Por lo que la mejor opción es el de lámina por golpe su implementación es económica debido a que se accionara mecánicamente. Este sistema es una parte individual que puede ser montada y desmontada fácilmente. Haciendo que sea más fácil su mantenimiento, permite ser cambiado por otros tipos otras platinas de que y tengan diferentes diámetros para diferentes semillas para manejar un rango más alto de semillas, en nuestro caso se hizo un modelo a escala para realizar pruebas.

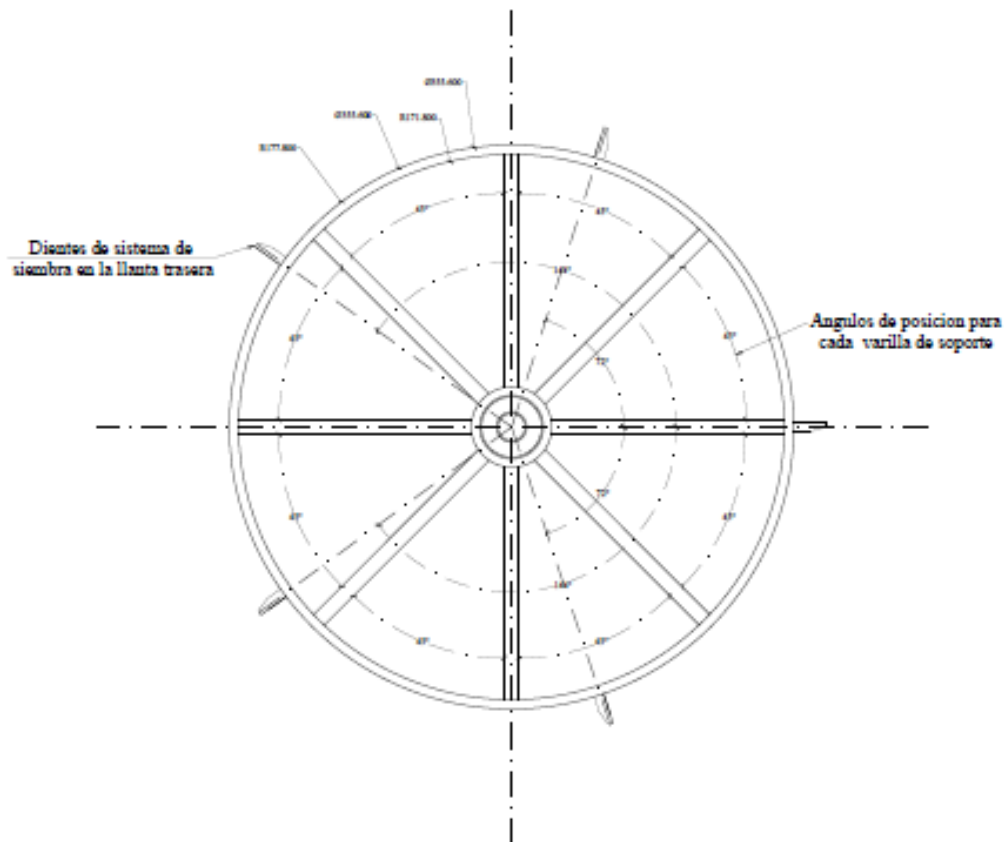
Figura 53 Sistema distribuidor de semilla por placa



Fuente: Autores del proyecto

La placa móvil durante su movimiento golpeará a la placa móvil del sistema haciendo entrar a esta en la parte inferior de la tolva con dos orificios que dejarán caer las los orificios o diámetros que están tengan.

Figura 54 Sistema distribuidor de semilla por placa



Nota: La llanta presentará 5 dientes en todo su desarrollo.

Fuente: Autores del proyecto

Con los dientes que empujarán al seguidor móvil del sistema distribuidor a cada distancia determinada para el cultivo.

En el siguiente cuadro se muestra el resultado del costo total de la máquina sembradora de ajonjolí.

Cuadro 16 Desarrollo del presupuesto

Descripción	Unidad	Cantidad	C.Unitario	C.Total
Platina de acero 1020	Und.	1	C\$2,300.00	C\$2,300.00
Barra de acero 1020	Und.	1	C\$3,100.00	C\$3,100.00
Rin metalico	Und.	2	C\$650.00	C\$1,300.00
Lámina de acero galvanizado	Und.	1	C\$3,100.00	C\$3,100.00
Rodamiento	Und.	5	C\$2,850.00	C\$14,250.00
Eje de 8mm	Und.	3	C\$1,050.00	C\$3,150.00
Platinas perforadas	Und.	2	C\$53.10	C\$106.20
Tornillos	Und.	3	C\$104.31	C\$312.93
Pasadores	Und.	6	C\$750.00	C\$4,500.00
Varilla de acero	Und.	1	C\$2,500.00	C\$2,500.00
Costo de la máquina				C\$34,619.13
Costos directos totales				C\$34,619.13
Costos indirectos totales			Imprevistos 7%	C\$2,423.33
			Utilidad 5%	C\$1,730.95
IVA				C\$4,154.28
COSTO TOTAL DEL PROYECTO				C\$38,773.41

Fuente: Autores del proyecto

La máquina sembradora de ajonjolí tendrá un costo de C\$ 38,773.41 córdobas equivalente a \$ 1,150.54 dólares americanos.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Para concluir con los objetivos específicos planteados se describen a continuación las siguientes conclusiones:

- En el diseño de la sembradora/fertilizadora se aplicaron conceptos y fundamentos básicos de maquinaria agrícola y teoría de mecanismos y maquinas.
- Para el diseño del mecanismo de la sembradora/fertilizadora se utilizó los mecanismos de transformación del movimiento circular en rectilíneo, el cual transforma un movimiento circular en otro de traslación alternante o viceversa.
- Se validó el mecanismo distribuidor de semilla y fertilizante, comprobando que el mismo entrega de 3-5 semillas cada $1/7$ de vuelta de giro de la rueda motriz. Es decir un espaciamiento entre planta de 15cm.
- Se completó en AutoCAD todos los planos generales y despiece para la construcción del prototipo.
- Se realizó el presupuesto para la construcción del primer prototipo con un costo estimado 1,150.54 dólares americanos.

5.2 Recomendaciones

- Este diseño contempla profundidades de siembra para 2 centímetros de profundidad, por lo que se recomienda usar la herramienta de corte con estas medidas ya que el uso de otras longitudes no contempla una adecuada germinación para las semillas
- Los accesorios presentes en el diseño tales como el marcador de surco, cadena tapadora de surco y manubrio para conducir y controlar la sembradora, son fundamentales para el eficiente proceso de sembrado.
- La tolva no debe llenarse más arriba del nivel indicado en el diseño ya que si esto se hace lograra atascar el sistema de dosificación de semillas y producirá una mala distribución de las semillas, lo que interfiere con el propósito del prototipo.
- Se recomienda que para una futura implementación de la sembradora, se podría ampliar su utilidad a otros tipos de semillas que entren en el rango de 2 a 4 cm de profundidad.

5.3 Bibliografía

Arnal atares, P. y Laguna, A: (1980). *Tractores y Motores Agrícola Madrid*. Ministro de Agricultura.

Bittner, R. y otros:(1974). *Seguridad en la Maquinaria Agrícola*. Deere y Company. Moline Illinois.

Bragachini, M. Bongiovanni, R. y Marlelloto, E.: (1996). *Agricultura de precisión INTA Manfredi*. – BRUN, R. :(1979). *science et technique du moteur diésel industriel et de transport. Tome 3. Societe des editions technip. Paris. 2ª Editions*.

Cafasso, J. y Recchi, C.: (1976) *Economía energética Argentina*. Ed. Don Bosco.

De simone, M. Drachi, L. Hilbert, J. y Jorajuria, D.: (2006) *El Tractor Agrícola*. INTA Coordinación Red Campus.

Destallats, E.: (2003) *Tractores*. Ed. Alsina Grupo Guía 241

Giuffre, L. y otros: (1998). *Impacto ambiental en agro sistemas*. Ed. Facultad de Agronomía. - Giacosa, D.: (1970). *Motores endotérmicos*. Barcelona. Hoepli. 3ª edición en español traducida de la II^o edición en italiano.

Guadilla, A.: (1981). *Tractores, Mecánica, Reparación y Mantenimiento*. Barcelona. España. Ediciones CEAC.

Hathaway, L.: (1973). *Mantenimiento preventivo. Fundamentos de funcionamiento de maquinaria*. Ed. J. Deere Illinois.

Hourcade, M.: (1998). *Introducción al GPS y LA AGRICULTURA DE PRECISION CEABA*. – Marquez, L.: (1990). *Solo Tractor*. Madrid. Ed. Laboreo S.A.

Mialhe, L.: (1996). *Maquina Agrícolas*. Ensayos y certificado. Sao paulo- Brasil.

Montimollin, M De.: (2001). *Introducción a la ergonomía*. Los sistemas hombres-maquina. Ed. Limusa.

Nepveu-Nivelle, F.: (1965). *El servicio y la posventa*. Selecciones de marketing Ed. Otikos-tau Barcelona.

Ortiz-Cañavate, J.: (1975). *Técnicas de la mecanización agraria*. Tomo I: *Tractores y aperos de la labranza y de cultivo*. Madrid. Instituto Nacional de Investigaciones Agraria. Ministerio de Agricultura.

Pollacino, J. Abello, E. Araeloza, J. Colombino, A. y otros: (2005). *Mecánica Aplicada a la Maquinaria Agrícola*. Ed. Facultad de Agronomía U.B.A.

Pollacino, J.: (2001). *Progreso en el diseño del tractor agrícola*. Facultad de Agronomía, CIFA, Buenos Aires.

Stout, B.: (1980). *Energía para la agricultura mundial*. FAO. Roma.

Tizio, R.: (1970). *Filosofía y técnica del mantenimiento preventivo*. Ed. Soc. Arg. De Organización Industrial.

VARIOS AUTORES: *Fundamentos de técnica aplicada- Motores*. Ed. J. Deere Moline

ANEXOS.I

PLANOS GENERALES Y DE DETALLE DE LA MÁQUINA SEMBRADORA DE AJONJOLI

ANEXOS.II

TABLA DE DATOS TÉCNICOS DE LOS MATERIALES DE LOS ELEMENTOS DE LA SEMBRADORAS

Cuadro 17 Propiedades del material chasis

Nombre:	AISI 1010 Barra de acero laminada en caliente
Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal
Masa	6.7659 kg
Volumen	0.000859708 m ³
Densidad	7870 g/cm ³
Peso	66.3059 N
Criterio de error predeterminado:	Tensión máxima de von Mises
Límite elástico:	180 N/mm ²
Límite de tracción:	325 N/mm ²
Módulo elástico:	200000 N/mm ²
Coefficiente de Poisson:	0.29
Módulo cortante:	80000 N/mm ²
Coefficiente de dilatación térmica:	1.22e-005 /Kelvin

Fuente: Autores del proyecto

Cuadro 18 Propiedades del material del eje

Nombre:	AISI 1020 comercial
Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal
Masa	0.385287 kg
Volumen	4.87705e-005 m ³
Densidad	7900 kg/m ³
Peso	3.77581 N
Criterio de error predeterminado:	Tensión máxima de von Mises
Límite elástico:	351.571 N/mm ²
Límite de tracción:	420.507 N/mm ²
Módulo elástico:	200000 N/mm ²

Fuente: Autores del proyecto

➤ Propiedades de materiales del surcador

La herramienta de corte es el elemento que más estará expuesto a esfuerzos por lo que se espera que sea el elemento más afectado en la simulación.

Cuadro 19 Propiedades del material para la herramienta de corte

Nombre:	AISI 1010 HR
Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal
Masa	1.83104 kg
Volumen	0.000232661 m ³
Densidad	7870 kg/m ³
Peso	17.9442 N
Criterio de error	Tensión máxima de von
predeterminado:	Mises
Límite elástico:	180 N/mm ²
Límite de tracción:	325 N/mm ²
Módulo elástico:	200000 N/mm ²
Coeficiente de Poisson:	0.29
Módulo cortante:	80000 N/mm ²
Coeficiente de dilatación térmica:	1.22e-005 /Kelvin

Fuente: Autores del proyecto

➤ **Propiedades de materiales de la tolva.**

Este elemento solo será sometido a presiones ya que contendrá el material para ser dosificado que en nuestro caso son las semillas de frijol y maíz.

Cuadro 20 Propiedades del material para la tolva

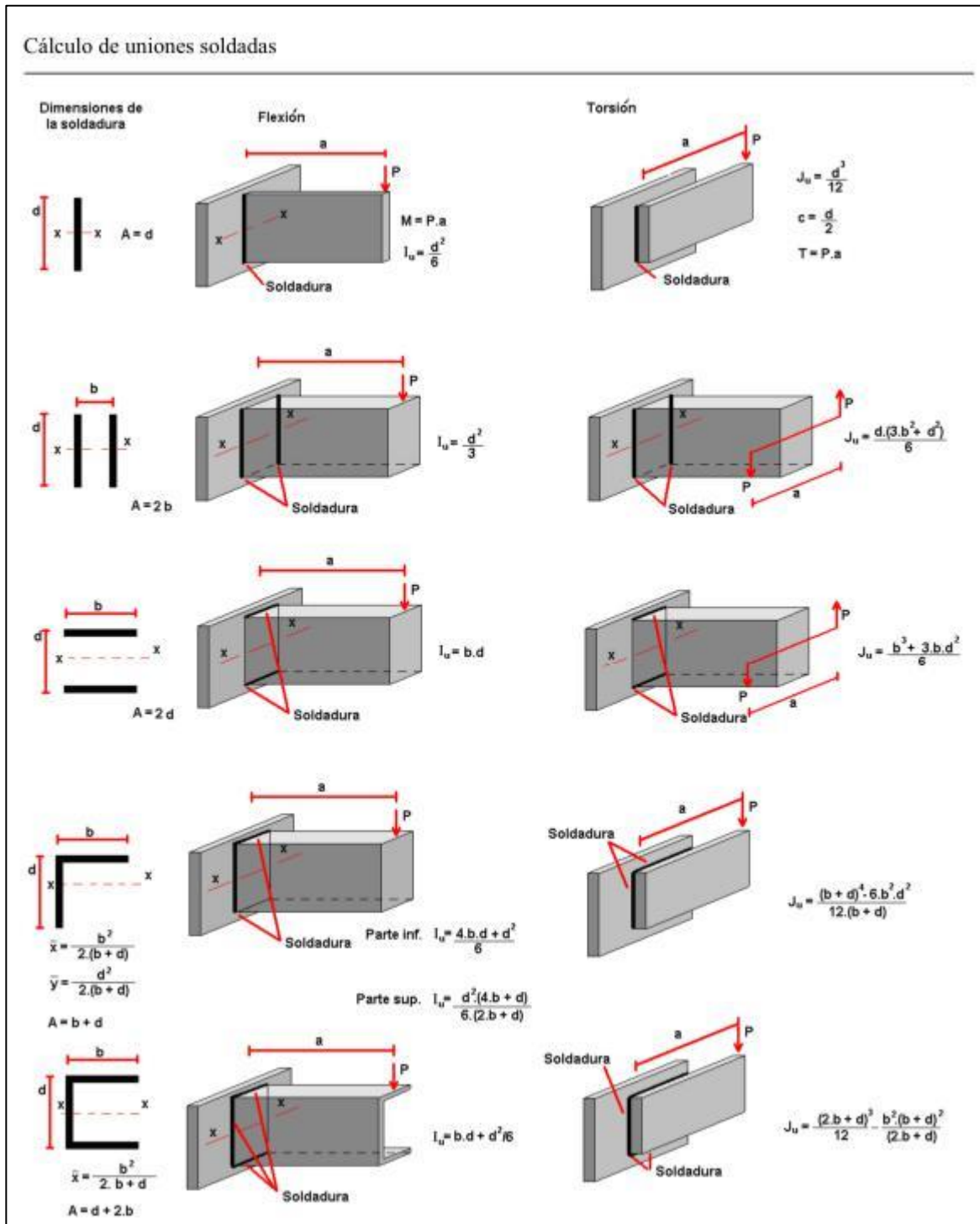
Nombre:	Acero galvanizado
Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal
Masa	4.02474 kg
Volumen	0.000511403 m ³
Densidad	7870 g/cm ³
Peso	39.4424 N
Criterio de error	Tensión máxima de von
Predeterminado:	Mises
Límite elástico:	203.943 N/mm ²
Límite de tracción:	356.901 N/mm ²
Módulo elástico:	200000 N/mm ²
Coeficiente de Poisson:	0.29
Módulo cortante:	77000 N/mm ²

Fuente: Autores del proyecto

ANEXO III.

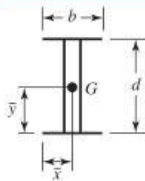
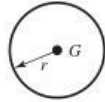
CÁLCULO DE UNIONES SOLDADAS

Figura 55 Cálculo de uniones soldadas 1



Fuente: Autores del proyecto

Figura 56 Cálculo de uniones soldadas 2

Soldadura	Área de la garganta	Ubicación de G	Segundo momento unitario del área
	$A = 1.414h(b + d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^2}{6}(3b + d)$
	$A = 1.414\pi hr$		$I_u = \pi r^3$

DOCUMENTOS ACADÉMICOS